

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 146599

DAMPAK LALU LINTAS BERAT DENGAN MUATAN BERLEBIHAN TERHADAP UMUR RENCANA AKSES JALAN TOL SURAMADU SISI MADURA

LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP 10111410000057

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP 19641114 198903 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 146599

DAMPAK LALU LINTAS BERAT DENGAN MUATAN BERLEBIHAN TERHADAP UMUR RENCANA AKSES JALAN TOL SURAMADU SISI MADURA

LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP 10111410000057

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP 19641114 198903 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



APPLIED FINAL PROJECT - RC 146599

IMPACT OF HEAVY TRAFFIC WITH OVERLOAD MATERIALS TO AGE OF PAVEMENT IN ACCESS ROAD SURAMADU HIGHWAY SIDE OF MADURA

LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP 10111410000057

Counselor Lecture:
Ir. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP 19641114 198903 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMENT INFRASTRUCTUR CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

DAMPAK LALU LINTAS BERAT DENGAN MUATAN BERLEBIHAN TERHADAP UMUR RENCANA AKSES JALAN TOL SURAMADU SISI MADURA

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Terapan Teknik
Program Studi Diploma IV
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:



LARAS RAITIA ANDIASTI
NRP. 10111410000057

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir Terapan:
Surabaya, Juli 2018



IR. RACHMAD BASUKI, MS.
NIP. 19641114 198903 1 001

30 JUL 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 23 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Dampak Lalu Lintas Berat Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura		
Nama Mahasiswa	Laras Raditia A.	NRP	10111410000057
Dosen Pembimbing 1	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	-	Tanda tangan	-

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none">Judul Tabel perlu dituliskan lagi mulai hal 34 (Gambarkan)Gambar dan tabel di susun kembali di bagian belakang di Bab analisisSebelum data yg belum harus dibersihkanLay out cross section di same part di bagian belakang dan gambar keup. dari 2 di dalam lampiran gambarTata tulis tabel penulisan diperbaikiGambar flow chart diperbaiki → diperjelasPenjelasan Hg. dan mobil di perjelasSumber yg dan perhitungan student harus perlu dicantumkanMula standar perlu ditambahkan lebih jelas di pustakaFlow chart detail ditambahkan lagi mulai proses awal sd analisisGambarnya bisa di urutkan i gambar 5.9 secara typical, jika ada prosedur hubungan usaha ditambahkan dengan tabelTambahkan data usaha untuk menggunakan yg belum jelasTambahkan penulisan sebelumnya di tugas rumah	<p>Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001</p> <p></p> <p>Dr. Machsus, ST., MT NIP 19730914 200501 1 002</p> <p></p> <p>Amalia Firdaus M, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002</p> <p>-</p> <p>NIP -</p>

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
			-
Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	Dr. Machsus, ST., MT NIP 19730914 200501 1 002	Amalia Firdaus M, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		-
	Ir. Rachmad Basuki, MS NIP 19641114 198903 1 001	NIP -

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Laras Patricia Analisti 2
 NRP : 11011410000057 2
 Judul Tugas Akhir : Dampak lalu lintas Berat dengan Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramada Sisi Madura.
 Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki, M.S

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	23 Februari 2018	Data yang diminta :				
		1. Data survey WIM				
		2. CHR		B	C	K
		3. Layout jalan sisi madura		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4. Perencanaan jalan				
2.	9 Maret 2018	• Rumusan masalah point 2		B	C	K
		• Hitung overlay perlima tahunan 10 tahun		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Cek perhitungan				
		• perhitungan disertakan (contoh perhitungan)		B	C	K
		• mulai gambar ulang		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	4 Mei 2018	• sertakan lampiran perencanaan jalan		B	C	K
		• revisi gambar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Laks Raditia Andisti 2
NRP : 1 01110000007 2
Judul Tugas Akhir : Dampak Lalu Lintas Berat dg Muatan Benetih terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramadu sisi Madura.
Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki, MS

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
4	9 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none"> mobil jenis apa P 250 kg. subbab laporan berakurasi dg baik urutan cek CBR. Gambar overlay Celi perhitungan dg cara bandingkan dengan perhitungan existing → dg syarat menggunakan data buah dasar, subbab dan box core yg sama. 	<i>[Signature]</i>	<div>B C K</div> <div><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></div> <div>B C K</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>B C K</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></div>
5	25 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none"> spek binamarga CBR gabungan. (baku silvia sukrman) rek. lentur. cbt tanah dasar berapa. cbt tanah timbunan kayu tidak bisa dipakainya berapa umurnya. Pila dengan beban tetap maka ada pengurangan tahun umur rencana. hitung 	<i>[Signature]</i>	<div>B C K</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></div> <div>B C K</div> <div><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></div> <div>B C K</div> <div><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></div>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

DAMPAK LALU LINTAS BERAT DENGAN MUATAN BERLEBIHAN TERHADAP UMUR RENCANA AKSES JALAN TOL SURAMADU SISI MADURA

Nama Mahasiswa : Laras Raditia Andianti
NRP : 10111410000057
Jurusan : Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
- Fakultas Vokasi – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki, MS.
NIP : 19641114 198903 1 001

ABSTRAK

Akses jalan Tol Suramadu sisi Madura memiliki panjang 11,5 km yang perkerasan jalannya menggunakan perkerasan fleksibel. Jalan akses sisi Madura struktur perkerasan pada jalan ini hampir seluruhnya terletak pada tanah timbunan, dengan material batu pecah sebagai *base course* dan aspal beton sebagai lapisan permukaannya, yang didesain dengan umur rencana sepuluh (10) tahun. Dengan pertumbuhan arus lalu lintas yang pesat akhir-akhir ini telah menimbulkan masalah sendiri di Akses Jalan Tol Suramadu pada sisi Madura, terutama lalu lintas kendaraan berat angkutan barang yang terdiri dari *truck* bergandar tunggal maupun yang bergandar lebih dari satu, sehingga akan adanya penurunan umur rencana jalan.

Terlepas dari mutu bahan dan pelaksanaan pekerjaan yang belum memenuhi syarat, dalam tugas akhir ini penulis menganalisa besarnya *Equivalent DamageFactor* (EDF) aktual dengan menggunakan data WIM (*Weight in Motion*) pada Akses Jalan Tol Suramadu khususnya sisi Madura. Dari analisa perhitungan dengan menggunakan metode tersebut didapat tebal

perkerasan tambahan (*overlay*) yang harus ditambahkan pada umur jalan kelima tahun dan kesepuluh tahun.

Berdasarkan analisis perhitungan pada tugas akhir ini diketahui bahwa pengaruh paling besar atas kerusakan disebabkan oleh jenis kendaraan truck besar 1,2H, sehingga harus dilakukannya penambahan perkerasan jalan (*overlay*). Dan dapat disimpulkan jalan akses ini tidak dapat memenuhi umur rencana sebesar 10 tahun. Dan bila ingin tetap dapat memenuhi umur rencana harus dilakukan penambahan perkerasan jalan setebal 6 cm untuk ruas Madura-Surabaya dan 4 cm untuk ruas Surabaya Madura.

Kata kunci : perkerasan fleksibel, umur rencana, EDF, WIM

IMPACT OF HEAVY TRAFFIC WITH OVERLOAD MATERIALS TO AGE OF PAVEMENT IN ACCESS ROAD SURAMADU HIGHWAY SIDE OF MADURA

Student Name : Laras Raditia Andiasi
NRP : 10111410000057
Departement : Departement Infrastructur Civil
Engineering Faculty of Vocation - ITS
Counselor Lecture : Ir. Rachmad Basuki, MS.
NIP : 19641114 198903 1 001

ABSTRACT

Access Suramadu toll road side of Madura has a length of 11.5 km with road pavement using flexible pavement. The Madurese side access road to the road access structure is almost entirely located on a pile of soil, with crushed stone material as the base course and concrete asphalt as its surface layer, designed with ten (10) year lifespan. With the rapid growth of traffic flow lately has caused its own problems in the Suramadu Toll Road Access on the Madura side, especially heavy vehicle traffic of goods consisting of single-and-axle trucks that rely more than one so that there will be a decline in the life of the road plan.

Regardless of the quality of materials and the implementation of work that has not been qualified, in this thesis the authors analyze the actual Equivalent Damage Factor (EDF) by using data WIM (Weight in Motion) on Suramadu Toll Road Access on the Madura side. From the calculation analysis using the method obtained thickness of the additional pavement (overlay) which must be added on the age of the fifth and tenth years.

Based on the calculation analysis on this final task note that the greatest influence on the damage caused by the type of large truck vehicle 1.2 H, so it must be done addition of pavement (overlay). And it can be concluded that this access road can not meet the age of the plan for 10 years. And if you want to still be able to meet the age of the plan should be done the addition of paved road 6 cm thick for the segment of Madura-Surabaya and 4 cm for the Surabaya Madura segment.

Keywords: flexible pavement, age of pavement, EDF, WIM.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada saya, hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.

Dalam terwujudnya Buku Tugas Akhir ini terdapat doa, dukungan, semangat serta nilai-nilai lain yang tidak dapat penulis disebutkan. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis sampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Darmono dan Ibu Diah Sulistiarini kedua orang tua yang luar biasa dan Adek Bening Kaliyana Indria Cipta yang selalu memberikan dukungan baik materi maupun non materi, berupa support dan doa yang tidak pernah putus untuk penulis.
2. Bapak Ir. Rachmad Basuki, MS selaku dosen pembimbing. Atas bimbingan dan arahannya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Ibu Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT selaku dosen wali yang selalu teliti dan sabar dalam membimbing perwalian sehingga penulis dapat memenuhi semua SKS maupun syarat kelulusan lain dengan baik dan tepat waktu.
4. Bapak Ibu Dosen pengajar Departemen Teknik Infrastruktur Sipil atas ilmu yang telah diberikan serta karyawan-karyan yang turut membantu.
5. Teman-teman Kos Muslimah, Arinda, Ina, Lala, dan Amirah teman seperjuangan selama kuliah yang saling mengingatkan untuk semangat mengerjakan Tugas Akhir.
6. Teman baik penulis Novin dan Andra yang selalu siap mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman kelas B 2014 yang selalu membantu proses perkuliahan selamat 4 tahun penuh.

8. Seluruh pihak yang telah membantu dan belum sempat disebutkan.

Tugas Akhir Terapan ini disusun sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana sains terapan pada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS Surabaya.

Judul dari Tugas Akhir Terapan ini adalah **Dampak Lalu Lintas Berat Dengan Muatan Berlebihan Terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura**. Secara garis besar, tugas akhir ini memuat tentang perhitungan tebal rencana perkerasan tambahan (*overlay*) agar perkerasan tersebut dapat bertahan sesuai umur rencana perkerasan.

Demikian Tugas Akhir Terapan ini saya susun, terima kasih pihak-pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini. Tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Permasalahan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Studi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan	5
2.2 Bagian Lapisan Perkerasan Jalan.....	6
2.2.1 Lapisan Dasar (<i>Subgrade</i>).....	7
2.2.2 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>).....	8
2.2.3 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	8
2.2.4 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>).....	9
2.3 Kondisi Perkerasan	9
2.3.1 Penyebab Kerusakan Jalan	10
2.3.2 Macam-macam Kerusakan Perkerasan Fleksibel	11
2.4 Lalu Lintas	17
2.4.1 Volume Lalu Lintas.....	17
2.4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas	17
2.5 Beban Gandar Kendaraan	18
2.5.1 Faktor Ekuivalen Gandar.....	18
2.5.2 Penimbangan Muatan Kendaraan.....	19
2.5.3 Deskripsi Alat <i>Weight In Motion</i> (WIM)	23
2.6 Contoh Penelitian dengan Topik yang Sama	26

BAB III METODOLOGI	28
3.1 Bagan Alir Metodologi	29
3.2 Tahap dan Prosedur Penelitian.....	30
3.2.1 Perumusan Masalah.....	30
3.2.2 Pengumpulan Data	30
3.2.3 Perhitungan dan Analisis.....	30
3.2.4 Kesimpulan.....	31
3.3 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir	32
BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN	33
4.1 Umum	33
4.2 Data Kondisi Perkerasan Jalan.....	33
4.2.1 Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).....	33
4.2.2 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	34
4.2.3 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	34
4.2.4 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>).....	34
4.3 Data Lalu Lintas.....	35
4.3.1 Data Volume Lalu Lintas	35
4.3.2 Data Pertumbuhan Lalu Lintas.....	37
4.4 Beban Gandar Kendaraan	37
4.5 Analisa Perkerasan <i>Overlay</i> Menggunakan data WIM...39	
4.5.1 Data Survey Weight In Motion	39
4.5.2 Perhitungan untuk Jenis Kendaraan Truck Besar 1.2H55	
4.5.3 Perhitungan Perkiraan EDF untuk Umur Rencana 5	
Tahun dan 10 Tahun.....	83
4.5.4 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	85
4.5.5 Perhitungan Lintas Equivalent Permukaan (LEP).....	87
4.5.6 Perhitungan Lintas Equivalent Akhir (LEA).....	87
4.5.7 Perhitungan Lintas Equivalent Tengah (LET).....	89
4.5.8 Perhitungan Lintas Equivalent Rencana (LER).....	90
4.5.9 Faktor Regional (FR).....	94
4.5.10 Indeks Permukaan (IP)	94
4.5.11 Menetapkan Tebal Perkerasan.....	96
BAB V PENUTUP	103

5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	
BIODATA PENULIS	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura	3
Gambar 2. 1 Penyebaran Beban Roda.....	5
Gambar 2. 2 Struktur Jalan.....	7
Gambar 2. 3 Ilustrasi Sistem Alat <i>Weight In Motion</i>	23
Gambar 2. 4 WIM Strip.....	24
Gambar 2. 5 Loop Induksi.....	25
Gambar 2. 6 Data Logger dan Processor.....	25
Gambar 2. 7 Laptop untuk Setting dan Monitoring Survey	26
Gambar 4. 1 Susunan Perkerasan Existing	35
Gambar 4. 2 Susunan Perkerasan Eksisting	98
Gambar 4. 3 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 5 Tahun Ruas Madura-Surabaya	98
Gambar 4. 4 Susunan Perkerasan Eksisting	100
Gambar 4. 5 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 10 Tahun Ruas Madura-Surabaya	100
Gambar 4. 6 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 10 Tahun Ruas Surabaya-Madura	101

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Kendaraan Menurut Konfigurasi Sumbu .21	
Tabel 2. 2 Beban Maksimum untuk Setiap Jenis Konfigurasi As Gandar	22
Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	36
Tabel 4. 2 Data WIM Jenis Kendaraan Mobil Pribadi	40
Tabel 4. 3 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Kecil atau Bus Kecil 1,2L.....	41
Tabel 4. 4 Data WIM Jenis Kendaraan Bus Besar 1,2B	42
Tabel 4. 5 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,2H	43
Tabel 4. 6 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,22	44
Tabel 4. 7 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2	45
Tabel 4. 8 Lanjutan Tabel 4.7 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2.....	46
Tabel 4. 9 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2	47
Tabel 4. 10 Lanjutan Tabel 4.9 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2	48
Tabel 4. 11 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22	49
Tabel 4. 12 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22	50
Tabel 4. 13 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222	51
Tabel 4. 14 Lanjutan Tabel 4.13 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222.....	52
Tabel 4. 15 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22	53
Tabel 4. 16 Lanjutan Tabel 4.15 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22.....	54
Tabel 4. 17 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Mobil Pribadi	67
Tabel 4. 18 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Kecil atau Bus Kecil 1,2L	68
Tabel 4. 19 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Bus Besar 1,2B	69

Tabel 4. 20 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,2H	70
Tabel 4. 21 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,22	71
Tabel 4. 22 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2	72
Tabel 4. 23 Lanjutan Tabel 4.22 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2	73
Tabel 4. 24 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2	74
Tabel 4. 25 Lanjutan Tabel 4.24 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2	75
Tabel 4. 26 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22	76
Tabel 4. 27 Lanjutan Tabel 4.26 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22	77
Tabel 4. 28 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222	78
Tabel 4. 29 Lanjutan Tabel 4.28 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222	79
Tabel 4. 30 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22	80
Tabel 4. 31 Lanjutan Tabel 4.30 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22	81
Tabel 4. 32 Rekapitulasi EDF	82
Tabel 4. 33 LHR Rencana Tahun 2021 dan 2026	84
Tabel 4. 34 EDF Rencana	85
Tabel 4. 35 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan	86
Tabel 4. 36 Koefisien Dstribusi Kendaraan (C)	86
Tabel 4. 37 Perhitungan LER (Lintas Ekuivalen Rencana) Berdasarkan Data WIM	92
Tabel 4. 38 Lanjutan Tabel 4.37	93
Tabel 4. 39 Faktor Regional (FR)	94

Tabel 4. 40 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP) .	95
Tabel 4. 41 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)	95
Tabel 4. 42 ITP untuk Umur Rencana 5 dan 10 Tahun.....	96
Tabel 4. 43 Perhitungan Tebal Perkerasan Overlay	102

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISTILAH

- WIM : *Weight In Motion* adalah proses penimbangan kendaraan dengan menggunakan perangkat yang didesain untuk membaca dan merekam berat sumbu kendaraan, berat total kendaraan dan jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbu dan panjang kendaraan.
- ESAL : *Equivalent Standart Axie Load* adalah beban standar pada beban gadar tunggal beroda ganda seberat 18000 lbs (8,16 ton).
- EDF : *Equivalent Damage Factor* adalah jumlah lintasan yang diperlukan oleh satu unit ESAL untuk menghasilkan kerusakan sama dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh sebuah beban gandar tertentu.
- SAST : *Single Axle Single Tire* adalah merupakan pengertian dari as tunggal roda tunggal (*Single Axle Single Wheel*).
- SADT : *Single Axle Dual Tire* adalah merupakan pengertian dari as tunggal roda ganda (*Single Axle Dual Wheel*).
- TADT : *Tandem Axle Dual Tire* adalah merupakan pengertian dari as ganda roda ganda (*Double Axle Dual Wheel*).
- TRDT : *Triple Axle Dual Tire* adalah merupakan pengertian dari as triple roda ganda (*Triple Axle Dual Wheel*).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan Tol Suramadu adalah jembatan yang melintasi Selat Madura, menghubungkan Pulau Jawa (di Surabaya) dan Pulau Madura (di Bangkalan, tepatnya timur Kamal), Indonesia. Dengan panjang 5.4 km, jembatan Suramadu terdiri dari tiga bagian yaitu jalan layang (*causeway*), jembatan penghubung (*approach bridge*), dan jembatan utama (*main bridge*).

Untuk mencapai Jembatan Tol Suramadu ini dibangunlah jalan akses yang harus dilalui sebelum memasuki gerbang Tol Suramadu. Jalan akses ini terdapat pada dua sisi jembatan yaitu dari sisi Surabaya dan dari sisi Madura. Panjang jalan akses ini mencapai 4,35 km untuk sisi Surabaya dan 11,5 km untuk sisi Madura. Pada sisi Surabaya perkerasan jalannya menggunakan perkerasan rigid namun sebaliknya untuk sisi Madura menggunakan perkerasan fleksibel. Jalan akses sisi Madura struktur perkerasaan pada akses jalan ini hampir seluruhnya terletak pada tanah timbunan, dengan material batu pecah sebagai *base course* dan aspal beton sebagai lapisan permukaannya, yang didesain dengan umur rencana sepuluh (10) tahun (PT. Jasa Marga, 2010).

Namun demikian dalam perkembangannya, pertumbuhan arus lalu lintas yang pesat akhir-akhir ini telah menimbulkan masalah sendiri di akses Jalan Tol Suramadu, terutama lalu lintas kendaraan berat angkutan barang yang terdiri dari *truck* bergandar tunggal maupun yang bergandar

lebih dari satu. Mengakibatkan banyak menimbulkan kerusakan yang dapat menyebabkan kecelakaan ataupun akan mengurangi tingkat kenyamanan pengendara. Bila dibiarkan apakah tol ini masih dapat dioperasikan atau harus adanya *maintenance* khusus. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini mengangkat masalah mengenai pengaruh kendaratan angkutan berat dengan muatan berlebih (*overload*) terhadap penurunan umur rencana jalan akses sisi Madura.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar beban gandar lalu lintas berat dengan muatan berlebih dapat mempengaruhi umur rencana Akses Jalan Tol Suramadu sisi Madura ?
2. Berapa tebal perkerasan tambahan (*overlay*) yang dibutuhkan ?
3. Adakah perlakuan khusus yang harus dilakukan agar Akses Jalan Tol Suramadu sisi Madura sesuai dengan umur rencana ?

1.3 Tujuan Permasalahan

1. Mengetahui beban gandar lalu lintas berat dengan muatan berlebih terhadap umur rencana Akses Jalan Tol Suramadu sisi Madura.
2. Mengetahui berapa tebal perkerasan tambahan (*overlay*) yang dibutuhkan agar mencapai umur rencana.
3. Mengetahui perlakuan khusus agar Akses Jalan Tol Suramadu sisi Madura sesuai dengan umur rencana.

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak membahas pengaruh-pengaruh lain terhadap kerusakan jalan dan hubungannya dengan umur rencana jalan, seperti pengaruh temperatur, kecepatan angin, korosi, dan pelaksanaan yang mungkin kurang baik.
2. Tidak membahas pelaksanaan survey (penimbangan beban gandar maupun pendatan lalu lintas) dan pengolahan data-data.
3. Tidak memasukkan kendaraan roda dua.
4. Tidak membahas anggaran biaya, baik biaya pemeliharaan jalan tol maupun biaya yang lainnya.

1.5 Lokasi Studi

Lokasi studi dampak beban lalu lintas terhadap umur rencana adalah jalan akses Tol Suramadu sisi Madura dengan panjang 11,4 km.



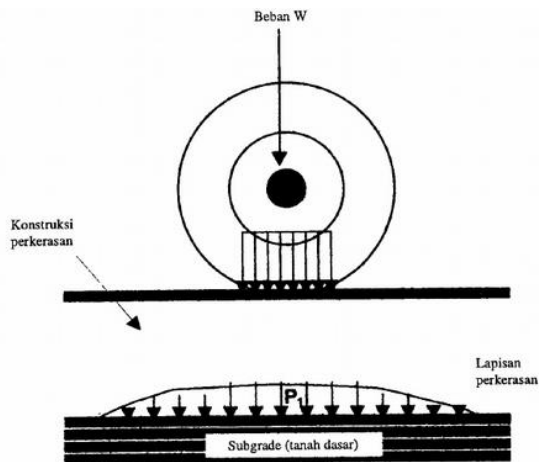
Gambar 1. 1 Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata P_0 . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebar ke tanah dasar menjadi P_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.



Gambar 2. 1 Penyebaran Beban Roda

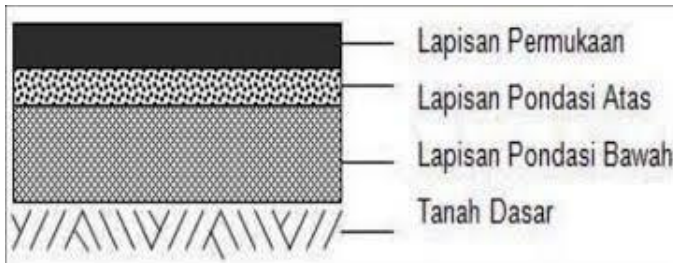
*Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya
Dengan Metode Analisa Komponen, Dept. Pekerjaan Umum, 1987*

Prinsip perencanaan perkerasan jalan adalah dengan menggunakan prinsip beban berulang (repetisi beban), yang berarti bahwa beban rencana yang dipakai dalam penentuan tebal perkerasan jalan tidak berdasarkan pada beban terbesar yang lewat (*ultimate load*) akan tetapi berdasarkan pada akumulasi beban-beban yang direncanakan akan melewati ruas jalan tersebut.

Prinsip kelelahan bahan (*fatigue*), yang berarti bahwa suatu bahan yang dalam hal ini campuran aspal dan agregat akan mengalami kerusakan permanen akibat beban desain telah melampaui batas kelelahan bahan campuran tersebut, sehingga pada tahap ini umur perkerasan sudah terlampaui. Pencapaian batas *strain* retak (lelah/putus) umumnya tergantung pada dua faktor, yaitu jumlah pengulangan beban dan besarnya beban yang berulang. Artinya semakin banyak beban yang lewat, maka kelelahan akan semakin cepat terjadi. Apalagi jika beban berulang yang beratnya lebih besar, maka akan semakin mempercepat proses kelelahan bahan tersebut.

2.2 Bagian Lapisan Perkerasan Jalan

Konstruksi jalan terdiri dari tanah dan perkerasan jalan. Penetapan besaran-besaran tanah dasar dan material yang akan menjadi bagian konstruksi perkerasan harus didasarkan pada penilaian hasil survey dan penyelidikan laboratorium. Bagian perkerasan jalan umumnya meliputi lapis pondasi bawah (*subbase course*) dan lapis permukaan.



Gambar 2. 2 Struktur Jalan

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, Dept. Pekerjaan Umum, 1987

2.2.1 Lapisan Dasar (*Subgrade*)

Subgrade adalah merupakan lapisan tanah dasar dari suatu perkerasan jalan, dapat berupa tanah asli (*Original soil*) maupun tanah timbunan pilihan. Peranan *subgrade* pada konstruksi jalan sangat penting karena merupakan dasar yang menentukan kualitas dan kemampuan daya dukung dari jalan tersebut, bilamana kualitas atau kondisi *subgrade* yang memiliki daya dukung yang rendah misalnya jenis tanah gambut yang umumnya dapat mengakibatkan penurunan pada badan jalan. Jadi dalam perencanaan suatu konstruksi jalan khususnya jika jalan yang baru dibuat kiranya dilakukan penyelidikan tanah (*Investigation soil*) terlebih dahulu, sehingga dapat diketahui kapasitas daya dukung dari tanah dasarnya berdasarkan hasil CBR (*California Bearing Ratio*).

2.2.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*), merupakan lapisan kedua setelah tanah dasar, yang merupakan lapisan antara lapisan *subgrade* dan lapis pondasi atas (*Base Course*) yang berfungsi sebagai penerus beban dari lapisan atasnya. Lapisan *subbase* terdiri atas agregat halus, bahan pengisi dan agregat kasar sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh Standar perencanaan lapisan *subbase* berdasarkan nilai CBR nya. Pemadatan pada lapisan *subbase* haruslah baik karena jika tidak maka pori-pori antara agregat yang tidak maksimal memungkinkan gerusan air yang besar masuk ke dalam lapisan *subgrade* yang berakibat pada kerusakan lapisan tanah dasarnya. Ketebalan lapisan *subbase* berkisar antara (20 – 30) cm sesuai perencanaan desain.

2.2.3 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*), merupakan lapisan ketiga dari *subgrade* yang berada di antara lapisan *subbase course* dan *Surface Course*. Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai penerus beban kendaraan dari lapisan permukaan, material yang digunakan pada lapisan pondasi atas harus dengan standar dan spesifikasi yang ditentukan karena pada lapisan ini konsentrasi beban dari permukaan sangat besar sesuai dengan tebal yang direncanakan biasanya memiliki ketebalan berkisar antara (20-30) cm, sehingga jika kualitas dan proses pemadatan dari lapisan pondasi atas tidak maksimal maka akan terjadi lendutan (*bending*) yang merusak lapisan di

bawahnya. Pada lapisan pondasi atas biasanya diberikan campuran perekat sebelum lapisan permukaan yang biasanya disebut *Prime Coat* dengan menggunakan alat *Asphalt Sprayer*.

2.2.4 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan Permukaan (*Surface Course*), merupakan lapisan teratas dari konstruksi jalan yang berhubungan langsung dengan beban kendaraan yang melintas pada permukaan ini dan bersifat kedap air ataupun *porous*. Lapisan permukaan pada jenis perkerasan lentur terdiri atas *Asphalt Concrete Based Course* (ACBC) dan *Asphalt Concrete Wearing Course* (ACWC) dengan ketebalan tertentu, pada lapisan ACWC merupakan lapisan aus dan lebih halus permukaannya. Ketebalan ACBC biasanya kisaran kurang lebih 10 cm dan ACWC kisaran 5cm, sedangkan perekat antar lapisan ACBC dan ACWC disebut *Tack Coat*.

2.3 Kondisi Perkerasan

Pada dasarnya setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami proses kerusakan secara progresif sejak jalan tersebut pertama kali dibuka untuk lalu lintas umum. Perlu diperhatikan bahwa beban yang diakibatkan oleh kendaraan ringan (kendaraan pribadi) tidak berkontribusi terhadap proses pengrusakan tersebut (Pengantar Rekayasa Jalan, ITB, 2001).

Secara umum tipe kerusakan pada perkerasan jalan dibedakan menjadi (Yoder dan Witczak, 1975) :

1. Kegagalan struktur yang meliputi keruntuhan pada seluruh struktur perkerasan atau hancurnya salah satu atau beberapa komponen lapisan perkerasan, sehingga menerima beban kendaraan diatasnya.
2. Kegagalan fungsional, yaitu kerusakan pada permukaan perkerasan yang berakibat mengurangi kenyamanan dan keamanan bagi pemakai jalan. Tingkat kerusakan ini sangat bergantung pada kekasaran permukaan tersebut.

Kegagalan fungsional dapat diperbaiki dengan cara pemeliharaan sedangkan kegagalan struktur biasanya harus diperbaiki dengan membangun ulang perkerasan tersebut.

2.3.1 Penyebab Kerusakan Jalan

Penyebab kerusakan pada perkerasan jalan diakibatkan oleh beberapa hal (Mochtar, 1990) :

1. Kualitas pembuatan atau pelaksanaan perkerasan jalan pada kenyataan lebih rendah dari yang disyaratkan.
2. Proses *ageing* (menua) yang relatif cepat pada bahan aspal sehingga cepat terjadi retak-retak pada perkerasan.
3. Pengaruh beban gandar atau beban per as kendaraan jauh lebih tinggi dari rencana sehingga tidak sesuai dengan rencana awal
4. Kesalahan dalam meramalkan pertumbuhan dan komposisi lalu lintas

2.3.2 Macam-macam Kerusakan Perkerasan Fleksibel

Dari beberapa jenis kerusakan jalan yang disebabkan oleh kendaraan dengan muata berlebih (*overloading*) yang menyebabkan berkurangnya umur rencana perkerasan jalan, diantaranya kerusakan tersebut adalah (Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor 03/MN/B/1983, Bina Marga) :

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding atau flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

2.3.2.1 Retak (*Cracking*)

- a. Retak halus atau retak garis (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Retak halus dapat berkembang menjadi retak kulit buaya jika tidak ditangani sebagaimana mestinya.
- b. Retak kulit buaya (*alligator crack*), memiliki lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Penyebabnya adalah bahan perkerasan

yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Retak kulit buaya jika tidak diperbaiki dapat diresapi air sehingga lama kelamaan terlepas butir-butirnya sehingga menyebabkan lubang.

- c. Retak pinggir (*edge crack*) yaitu retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu jalan. Penyebabnya adalah tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir. Di lokasi retak, air meresap yang dapat semakin merusak lapisan permukaan.
- d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*) yaitu retak memanjang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu jalan dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan *truck* atau kendaraan berat di bahu jalan.

- e. Retak sambungan jalan (*lane joint crack*) yaitu retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 jalur lalu lintas. Penyebabnya yaitu tidak baiknya ikatan sambungan kedua jalur.
- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening crack*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Penyebabnya ialah perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama atau dapat juga disebabkan oleh ikatan sambungan tidak baik.
- g. Retak refleksi (*reflection crack*) yaitu retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum perkerasan *overlay* dilakukan.
- h. Retak susut (*shrinkage cracks*) yaitu retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Penyebabnya ialah perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.

- i. Retak selip (*slippage cracks*) yaitu retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Penyebabnya ialah kurang baiknya ikatan antara lapisan permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya *tack coat* sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan.

2.3.2.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi adalah perubahan bentuk yang dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadinya tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Distorsi (*distortion*) dapat dibedakan atas :

- a. Alur (*ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Penyebabnya ialah lapis perkerasan yang kurang, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.
- b. Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebabnya ialah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya mempergunakan agregat halus,

agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

- c. Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikangan tajam.
- d. Amblas (*grade depressions*), terjadi setempat dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*.
- e. Jembul (*upheavel*) terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif.

2.3.2.3 Cacat permukaan (*Disintegration*)

- a. Lubang (*potholes*) berbentuk serupa mangkuk, memiliki ukuran bervariasi dari kecil sampai besar yang mampu menampung dan

meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

- b. Pelepasan butir (*raveling*), memiliki akibat yang sama dengan yang terjadi pada jalan berlubang. Perbaikan dilakukan dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.
- c. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya permukaan. Perbaikan dilakukan dengan cara diratakan kemudian dipadatkan dengan lapisan baru.

2.3.2.4 Pangausan (Polished Aggregate)

Pengausan menyebabkan permukaan jalan licin yang membahayakan kendaraan. Penyebabnya adalah karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk *cubical*.

2.3.2.5 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Penyebab kegemukan (*bleeding*) ialah pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal yang mengakibatkan

permukaan jalan menjadi licin, khususnya pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan menimbulkan jejak roda. Perbaikan dilakukan dengan mengangkat lapis aspal dan kemudian memberi lapisan penutup atau menaburkan agregat panas yang kemudian dipadatkan.

2.3.2.6 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Penurunan lapisan perkerasan ini terjadi akibat pemadatan yang tidak memenuhi syarat setelah dilakukannya penanaman utilitas. Perbaikan dilakukan dengan membongkar kembali dan mengganti dengan lapisan yang sesuai.

2.4 Lalu Lintas

2.4.1 Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu.

2.4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan

masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan, dan lain-lain. Pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen. Pertumbuhan lalu lintas dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$i = \left[\sqrt[n]{\frac{LHR_p}{LHR_0}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

LHR_p = LHR tahun p (pada tahun yang direncanakan)

LHR_0 = LHR o (pada tahun yang diketahui)

n = tahun p – tahun o (tahun p > tahun o)

2.5 Beban Gandar Kendaraan

2.5.1 Faktor Ekuivalen Gandar

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tersebut. Beban standar merupakan beban gandar tunggal beroda ganda seberat 18000 lbs (8,16 ton) yang dikenai sebagai *Unit Equivalent Standart Axle Load* (ESAL, atau yang biasa dikenal sebagai EAL saja) menurut Bina Marga. EDF (*Equivalent Damage Factor*) adalah jumlah lintasan yang diperlukan oleh satu unit ESAL untuk

menghasilkan kerusakan sama dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh sebuah beban gandar tertentu.

Oleh Bina Marga, perumusan EDF tersebut disederhanakan menjadi sebagai berikut :

Untuk beban gandar tunggal (*single axle*) :

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \quad (2)$$

Untuk beban gandar ganda (*tandem axle*) :

$$EDF = 0,086 \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \quad (3)$$

Untuk beban gandar tripple (*tripple axle*) :

$$EDF = 0,016 \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \quad (4)$$

Perencanaan tebal perkerasan jalan tol umumnya berdasarkan pada jumlah total akumulasi ESAL selama umur rencana perkerasan. Jadi walaupun beban as kendaraan yang melewati jalan tersebut rata-rata $> 8,16$ ton, asalkan saja jumlah total ESAL selama umur rencana adalah kira-kira sama atau lebih kecil dari total ESAL yang direncanakan semula, perkerasan jalan diharapkan tidak akan rusak.

2.5.2 Penimbangan Muatan Kendaraan

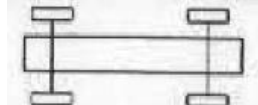
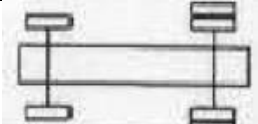


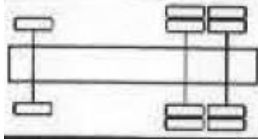
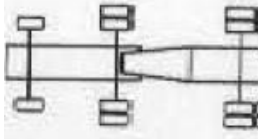
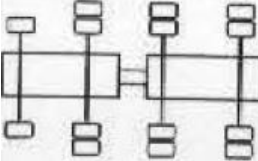
Beban gandar dipengaruhi oleh konfigurasi gandar dan muatan kendaraannya. Mungkin saja dua

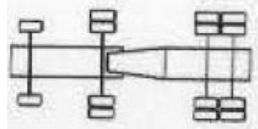
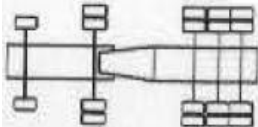
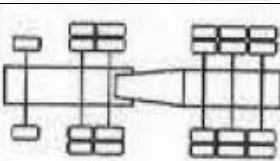
kendaraan yang sama mempunyai beban gandar yang berbeda akibat perbedaan muatannya. Dengan demikian berbeda pula faktor ekuivalennya. Pada jalan dua arah mungkin saja arah yang satu mempunyai beban yang lebih besar dari arah yang lain, terutama akibat pola penggunaan tanah. Hal ini sering terjadi di daerah perkebunan, pabrik atau usaha industri lainnya. Sebagai contoh truk dari pabrik baja akan membawa baja, kembalinya akan membawa barang pecah belah dan konsumsi sehari-hari yang jauh lebih ringan.

Penimbangan beban gandar kendaraan dilakukan dengan menggunakan alat timbang. Alat timbang yang digunakan adalah alat timbang WIM (*Weight In Motion*). Diletakan sedemikian rupa sehingga memberikan permukaan yang rata bagi kendaraan yang lewat diatasnya. Lokasi tempat penimbangan dan banyaknya kendaraan yang ditimbang ditentukan oleh volume kendaraan berat yang melewati jalan tersebut.

Dalam tugas akhir ini data-data penimbangan yang didapat adalah hasil dari penimbangan beban gandar kendaraan yang diklasifikasikan menjadi tujuh jenis kendaraan. Adapun pembagian jenis kendaraan menurut konfigurasi sumbu telah diberikan pada saat pengambilan data pada Kementerian Pekerjaan Umum, sehingga pembagian jenis kendaraan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Kendaraan Menurut Konfigurasi Sumbu

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Gambar Konfigurasi Sumbu
Mobil pribadi	1,1	
Bus kecil / truck kecil	1,2L	
Bus besar	1,2B	
Truck	1,2H	
Truck besar	1,22	
Trailer	1,2-2	
Truck gandeng	1,2+22	

Trailer	1,2-22	
Trailer	1,2-222	
Trailer	1,22-22	

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Tabel 2.1 diatas merupakan tabel pembagian jenis kendaraan, konfigurasi sumbu, beban maksimum yang dapat dimuat serta gambaran dari konfigurasi sumbu itu sendiri. Sedangkan untuk beban maksimum yang dapat dikatakan bahwa jenis kendaraan tersebut overload adalah sebagai berikut jelaskan dalam tabel 2.2.

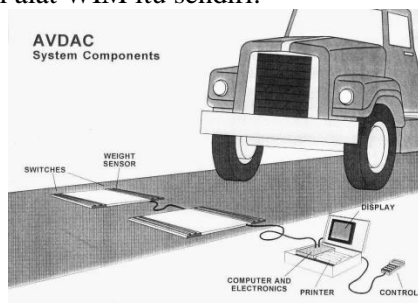
Tabel 2. 2 Beban Maksimum untuk Setiap Jenis Konfigurasi As Gandar

Jenis Konfigurasi As Gandar	Beban Maksimum
SAST (Single Axle Single Tire)	5,4 ton
SADT (Single Axle Dual Tire)	8,16 ton
TADT (Tendern Axle Dual Tire)	13,76 ton
TRDT (Triple Axle Dual Tire)	18,45 ton

2.5.3 Deskripsi Alat *Weight In Motion* (WIM)

Weight In Motion (WIM) adalah proses penimbangan kendaraan dengan menggunakan perangkat yang didesain untuk membaca dan merekam berat sumbu kendaraan, berat total kendaraan dan jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbu dan panjang kendaraan. Yang membedakan penimbangan dengan cara statis adalah kendaraan yang ditimbang tidak perlu berhenti, namun cukup melewati sensor yang terpasang diatas perkerasan jalan.

Adapun cara kerja *Weight In Motion* (WIM) awalnya WIM ini ditempatkan di area pantau. Selanjutnya pada wim di setel syarat bobot maksimum kendaraan yang akan melintas di jalan tersebut. Selain itu, juga dipasang kamera CCTV untuk merekam kendaraan-kendaraan yang melintas di jalan tersebut yang berguna untuk merekam jenis kendaraan yang terpantau dari ruang monitoring. Ruang monitor ini biasanya berupa pos pantau yang berada tidak jauh dari alat WIM itu sendiri.



Gambar 2. 3 Ilustrasi Sistem Alat *Weight In Motion*

Sumber : <http://www.bmpcoe.org/>

2.5.3.1 Standar Acuan yang Digunakan

Standar acuan yang digunakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII, sebagai berikut :

1. Golden River M660
2. ASTM E 1318
3. Pedoman Survei Beban Kendaraan – Puslitbang Jalan dan Jembatan

2.5.3.2 Perangkat *Weight In Motion* (WIM)

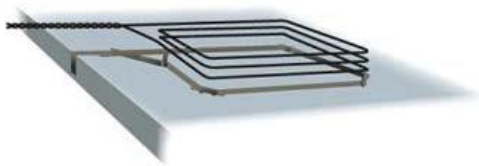
Sensor pembaca berat kendaraan berupa piezo electric strip, untuk membaca jumlah sumbu, jarak antar sumbu dan berat sumbu. Perangkat ini dipasang disetiap lajur sehingga dapat membaca berat kendaraan lebih teliti.



Gambar 2. 4 WIM Strip

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Sensor pembaca panjang kendaraan berupa induction loop, untuk membaca waktu kedatangan, kecepatan dan jarak antar kendaraan.



Gambar 2. 5 Loop Induksi

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Data logger dan processor, berupa integrasi memori penyimpanan data dan mini prosesor untuk menterjemahkan sinyal dari sensor menjadi data digital berat dan jenis kendaraan.



Gambar 2. 6 Data Logger dan Processor

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Laptop ataupun komputer diperlukan untuk memantau data secara *real time* dilapangan, *setting* alat dan transfer data. Dari laptop ataupun komputer ini data dari *Weight In Motion* ini dikeluarkan.



Gambar 2. 7 Laptop untuk Setting dan Monitoring Survey

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

2.6 Contoh Penelitian dengan Topik yang Sama

Topik dalam tugas akhir ini sebenarnya sudah pernah dibahas dalam tugas akhir mahasiswa Teknik Sipil ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) pada tahun 2004 dengan judul Dampak Lalu Lintas Berat dengan Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana Jalan Tol Di Jalan Tol Surabaya-Gempol pada Ruas Gempol-Waru dan Waru-Gempol yang disusun oleh Aryo Bhimoputro. Dalam tugas akhir tersebut secara garis besar sama dengan tugas akhir yang saya kerjakan ini. Dikerjakan dengan metode yang sama dikarenakan perkerasan di jalan Tol Surabaya-Gempol sama dengan akses jalan tol Suramadu yaitu perkerasan lentur (*fleksibel*). Yang membedakan hanya tempat lokasi penelitian saja. Serta pada tugas akhir tersebut penulis juga

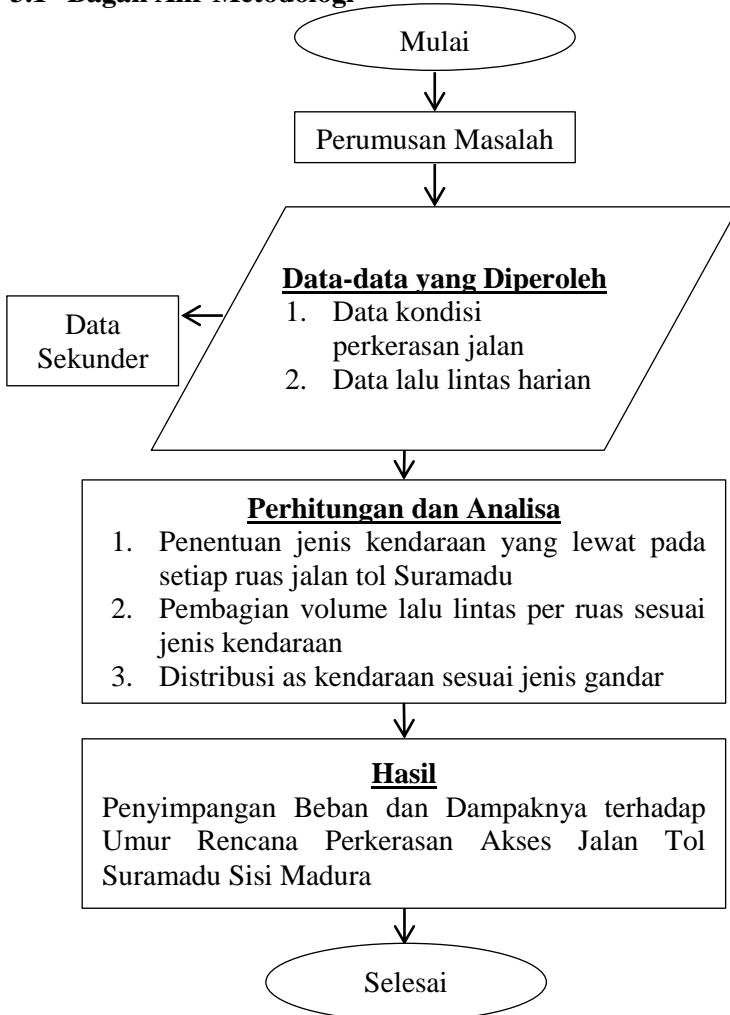
menghitung anggaran biaya yang diperlukan untuk penebalan (overlay).

Dari tugas akhir tersebut juga menghitung tebal perkerasan tambahan (*overlay*) agar jalan tol tersebut dapat sesuai dengan umur rencana. Dikarenakan Tol Surabaya-Gempol termasuk jalan tol yang besar, maka terdapat banyak ruas yang dihitung tebal perkerasannya. Dari semua ruas yang ada di Jalan Tol Surabaya-Gempol rata-rata harus dilakukan penebalan (overlay) sebanyak 5,375 cm.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Bagan Alir Metodologi



3.2 Tahap dan Prosedur Penelitian

3.2.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan langkah awal yang penting untuk dilakukan dalam melakukan penelitian. Masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian terlebih dahulu dirumuskan sehingga tujuan serta manfaat penelitian dapat ditentukan. Dengan perumusan masalah tersebut, dapat ditentukan pula studi kasus yang sesuai serta dapat digunakan dalam penelitian. Rumusan masalah, tujuan serta manfaat penelitian merupakan landasan dalam menentukan literatur yang dibutuhkan serta analisa dan pembahasan yang akan dilakukan.

3.2.2 Pengumpulan Data

Untuk menghitung umur rencana, diperlukan data-data yang dapat mendukung. Data tersebut didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII tentang jumlah lalu lintas harian di Jalan Tol Suramadu dan juga data WIM *Survey*. Kemudian untuk melengkapi data tersebut, diperlukan data yang berasal dari berbagai literatur yang ada.

3.2.3 Perhitungan dan Analisis

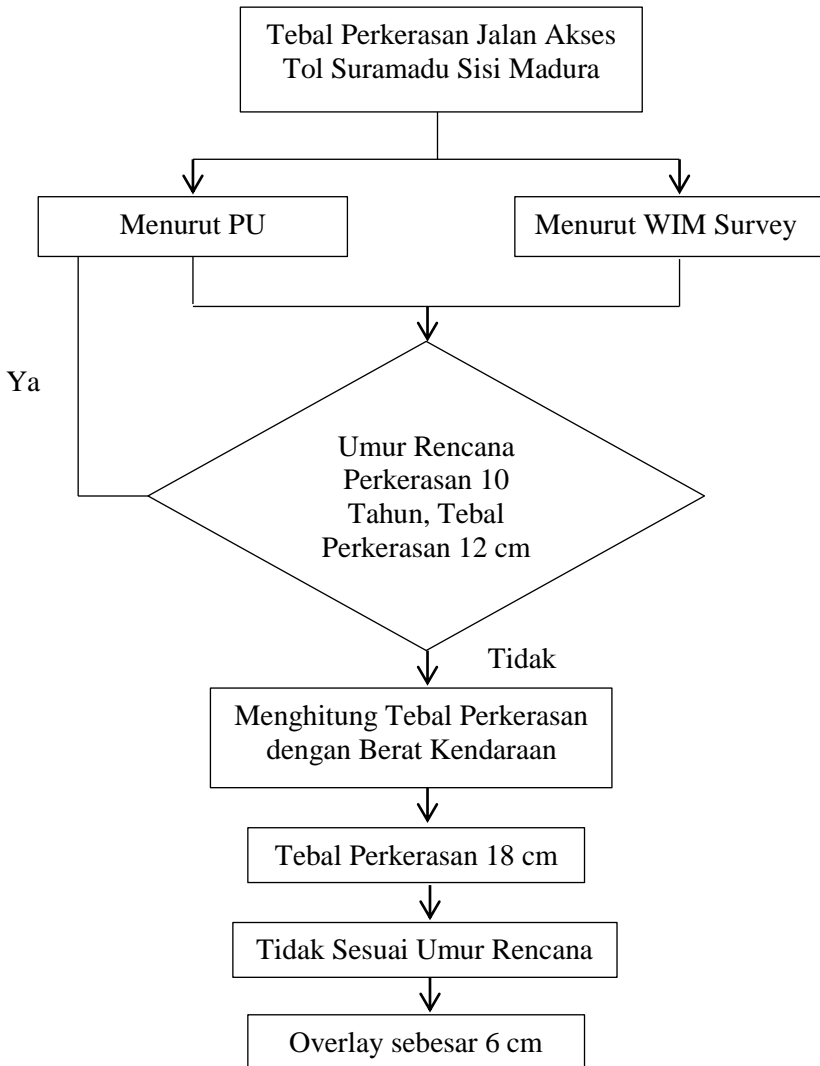
Untuk analisis dan perhitungan bertujuan untuk menghitung tebal perkerasan untuk jalan akses Tol Suramadu sisi Madura menggunakan data yang

telah dikumpulkan yaitu data *WIM Survey*. Data yang berupa berat kendaraan sesuai dengan jenis gandar pada kendaraan tersebut.

3.2.4 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil proses analisis dan perhitungan yang kemudian dibukukan dalam laporan hasil tugas akhir dan diujikan dalam bentuk presentasi.

3.3 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir



BAB IV

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1 Umum

Jalan akses Tol Suramadu sisi Madura merupakan satu-satunya jalan yang bisa ditempuh menuju Tol Suramadu, dengan panjang jalan yaitu 11,5 km. Pembangunan jalan akses sini berbarengan dengan pembangunan jala tol itu sendiri yaitu pada tahun 2004 dan diresmikan pada tahun 2009. Lebar perkerasan jalan akses ini 7,5 m untuk setiap jalur dengan median selebar 2,5 m. Jalan akses yang mempunyai umur rencana 10 tahun (PT. Jasa Marga, 2010) belum mengalami pelapisan ulang (*overlay*).

4.2 Data Kondisi Perkerasan Jalan

4.2.1 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Sebagian besar ruas jalan akses Tol Suramadu sisi Madura terdiri dari daerah persawahn atau rawa yang dalam pelaksanaannya memerlukan timbunan atau galian antara 2-3 m. Tanah dasar ini memiliki nilai CBR 2%.

Berdasarkan data tanah yang ada didapat nilai rata-rata daya dukung tanah berkisar 2%. Atas dasar rendahnya daya dukung tanah dasar ini maka dilakukan perbaikan tanah dasar dengan menggunakan tanah pengganti dari daerah Bangkalan.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium ternyata perbaikan tanah dengan cara menimbun tanah sebanyak 9 layer didapat CBR masing-masing layer adalah 8%, 8%, 9%, 10%, 9%, 10%, 10%, 9%, dan 10%. Maka menggunakan rumus CBR secara analitis maka didapat CBR gabungan yaitu sebesar 8,6%.

4.2.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Pada jalan akses Tol Suramadu sisi Madura ini terdapat *subbase course* yang berupa sirtu kelas A yang mempunyai CBR rata-rata sebesar 65%. Nilai CBR yang tinggi disebabkan karena adanya perbaikan tanah di subgrade.

4.2.3 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas mempunyai ketebalan 30-33 cm. Material yang digunakan adalah batu pecah (*crushed stone*) dengan CBR 90%.

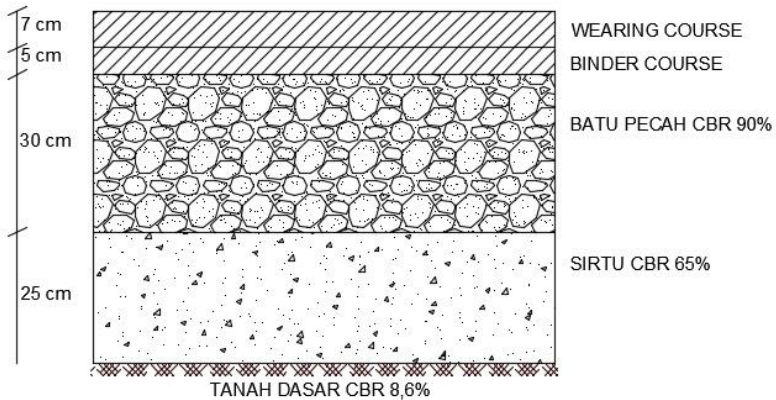
4.2.4 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan terdiri dari lapisan pengikat (*binder course*) dan lapisan aus (*wearing course*). Tebal masing-masing 7 cm untuk *binder course* dan 5 cm untuk *wearing course*. Adapun untuk data-data lapis permukaan adalah sebagai berikut :

- Asfalt Cement Pen 60 : Pertamina Co.
- Coarse Agregat : Watukosek Stockpile
Marak dan Cipta Alam Crushing
- Medium Agregat : Watukosek Stockpile

- Fine Agregat : Watukosek Stockpile
- Filler : Portland Cement

(Untuk data lebih lengkap ada pada lampiran)



Gambar 4. 1 Susunan Perkerasan Existing

4.3 Data Lalu Lintas

Data-data lalu lintas terdiri dari :

- Data volume lalu lintas harian rata-rata tahunan
- Data pertumbuhan lalu lintas rencana

4.3.1 Data Volume Lalu Lintas

Sebelumnya jalan akses ini dibagi menjadi dua ruas jalan, yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura, sehingga akan ada dua data volume lalu lintasnya. Data volume lalu lintas khususnya pada jalan akses Tol Suramadu sisi Madura diperoleh dari

pengumpulan data kendaraan yang lewat gerbang tol Suramadu. Tinjauan volume lalu lintas hanya dilakukan untuk tahun 2014 sampai dengan tahun 2017. Volume lalu lintas dari tahun ke tahun terus menunjukkan peningkatan. Hal ini ditunjukkan dalam tabel jumlah LHR dari tahun 2014 hingga tahun 2017. Dari tabel tersebut tampak jelas bahwa jumlah kendaraan yang lewat mayoritas merupakan kendaraan pribadi atau penumpang. Jika dibanding dengan kendaraan berat maka prosentase kendaraan berat jauh lebih kecil dibanding kendaraan pribadi atau penumpang. Untuk lebih jelas dapat dilihat tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Golongan	Uraian		Madura-Surabaya				Surabaya-Madura			
			2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
I	Mobil Pribadi	1.1	10115	11932	13378	14369	10735	11991	12676	13379
II	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	1025	1127	1277	1355	941	1065	1157	1253
	Bus Besar	1.2B	181	194	201	231	149	161	176	187
	Truck Besar	1.2H	2558	2651	2764	2881	1433	1614	1721	1872
	Truck Besar	1.22	335	491	578	601	84	162	218	347
	Trailer	1.2-2	35	38	43	49	21	26	30	37
	Truck Gandeng	1.2+22	53	56	61	69	37	43	49	58
	Trailer	1.2-22	164	172	186	199	141	148	153	168
	Trailer	1.2-222	68	74	82	90	57	61	74	88
	Trailer	1.22-22	34	36	47	56	28	32	36	48
	Total		14568	16771	18617	19900	13626	15303	16290	17437

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

4.3.2 Data Pertumbuhan Lalu Lintas

Dari data volume lalu lintas dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas aktual yang terjadi. Pertumbuhan ini dapat dihitung berdasarkan rumus yang telah dibahas didalam dasar-dasar teori pada Bab II. (Persamaan 1).

Untuk pertumbuhan lalu lintas pertahun didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII. Untuk Ruas Madura-Surabaya sebesar 5% dan untuk Surabaya-Madura 4%.

Pertumbuhan lalu lintas yang sangat fluktuatif ini terjadi karena kondisi ekonomi yang semakin maju dan kebutuhan yang semakin beragam.

4.4 Beban Gandar Kendaraan

Jika dilihat dari data lalu lintas kendaraan mobil pribadi atau penumpang yang paling mendominasi pada jalan akses Tol Suramadu sisi Madura meliputi kedua ruasnya. Tapi dilihat dari segi gandar maka mobil pribadi memiliki beban gandar yang sangat kecil, hal ini jika dibandingkan dengan kendaraan lalu lintas berat. Data beban gandar yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data WIM tahun 2017 yang diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII telah dikelompokkan menjadi 7 (tujuh) jenis kendaraan sesuai dengan konfigurasi gandarnya masing-masing dan dengan interval tertentu.

Bahkan dilihat dari data WIM, kendaraan yang paling banyak melakukan pelanggaran overload justru paling besar pada jenis kendaraan berat. Jenis-jenis pelanggaran lain yang dilakukan oleh beberapa truck angkutan barang antara lain sebagai berikut :

1. Muatan lebih atau *overload* hingga melebihi tekanan gandar maksimum yang diijinkan yakni 8 ton as tunggal dan berlaku kelipatannya untuk sumbu gandan maupun triple. Pelanggaran ini dilakukan oleh kurang lebih 75% *truck* besar angkutan barang atau material yang memasuki gerbang tol Suramadu (data survey tahun 2017, PU).
2. Cara muat tidak benar, biasanya dilakukan angkutan barang atau material dengan cara muat menggunung jauh melebihi tinggi bak dan tidak ditutup atau diikat secara rapi sehingga banyak material yang berhamburan ke jalan, juga muatan terlalu menonjol kesamping atau keluar bak standart. Hal ini kadang juga dilakukan angkutan besi tus atau potongan besi yang tidak ditutup dan diikat dengan rapi sehingga memungkinkan muatan jatuh berserakan dan akhirnya sangat membahayakan pemakai jalan lainnya.
3. Pelanggaran batas kecepatan dan jarak aman, akibat muatan yang terlalu berat sehingga kendaraan tidak dapat mengembangkan kecepatan sesuai yang diisyaratkan di jalan yaitu minimal 60 km/jam. Tercatat kecepatan rata-rata dari kendaraan overload berkisar antara 40-50 km/jam. Kendaraan-kendaraan angkutan barang atau material umumnya berjalan beriringan dengan jarak terlampau dekat, hingga berakibat fatal. Dapat ditambahkan disini jarak antar kendaraan yang cukup aman adalah sama dengan kecepatan yang dikembangkan (dalam km/jam).

Misalnya untuk kecepatan 80 km/jam, jarak yang aman dengan kendaraan didepannya adalah 80 meter (PU, 2017).

4.5 Analisa Perkerasan *Overlay* Menggunakan data WIM

4.5.1 Data Survey Weight In Motion

Data Survey Weight In Motion ini didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII yang didapat secara langsung ke kantor operator WIM yang berada di Bangkalan, Madura. Hasil survey dapat dilihat pada tabel 4.2 sesuai dengan jenis kendaraan :

Tabel 4. 2 Data WIM Jenis Kendaraan Mobil Pribadi

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	2399	2247
500	-	1000	750	9595	8990
1000	-	2000	1500	2116	1983
2000	-	3000	2500	0	0
3000	-	4000	3500	0	0
4000	-	5000	4500	0	0
5000	-	6000	5500	0	0
6000	-	7000	6500	0	0
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				14110	13220
P As 2 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	2399	2247
500	-	1000	750	9595	8990
1000	-	2000	1500	2116	1983
2000	-	3000	2500	0	0
3000	-	4000	3500	0	0
4000	-	5000	4500	0	0
5000	-	6000	5500	0	0
6000	-	7000	6500	0	0
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				14110	13220

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Pada tabel 4.3 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan truck kecil atau bus kecil 1,2L. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 3 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Kecil atau Bus Kecil 1,2L

P As 1 - SAST		P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	- 500	250	0	0
500	- 1000	750	0	0
1000	- 2000	1500	822	759
2000	- 3000	2500	397	367
3000	- 4000	3500	106	98
4000	- 5000	4500	0	0
5000	- 6000	5500	0	0
6000	- 7000	6500	0	0
7000	- 8000	7500	0	0
8000	- 9000	8500	0	0
Jumlah			1325	1224
P As 2 - SADT		P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	- 4000	3000	848	783
4000	- 6000	5000	305	282
6000	- 8000	7000	172	159
8000	- 9000	8500	0	0
9000	- 10000	9500	0	0
10000	- 11000	10500	0	0
11000	- 12000	11500	0	0
12000	- 13000	12500	0	0
13000	- 14000	13500	0	0
14000	- 15000	14500	0	0
15000	- 16000	15500	0	0
16000	- 17000	16500	0	0
17000	- 18000	17500	0	0
Jumlah			1325	1224

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Pada tabel 4.4 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan bus besar 1,2B. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 4 Data WIM Jenis Kendaraan Bus Besar 1,2B

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	14	11
1000	-	2000	1500	16	12
2000	-	3000	2500	65	51
3000	-	4000	3500	110	86
4000	-	5000	4500	28	22
5000	-	6000	5500	0	0
6000	-	7000	6500	0	0
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				233	182
P As 2 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	56	44
4000	-	6000	5000	177	138
6000	-	8000	7000	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
9000	-	10000	9500	0	0
10000	-	11000	10500	0	0
11000	-	12000	11500	0	0
12000	-	13000	12500	0	0
13000	-	14000	13500	0	0
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				233	182

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII

Pada tabel 4.5 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan truck besar 1,2H. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 5 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,2H

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	1935	1199
3000	-	4000	3500	655	406
4000	-	5000	4500	238	148
5000	-	6000	5500	89	55
6000	-	7000	6500	30	18
7000	-	8000	7500	30	18
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				2977	1844
P As 2 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	892	556
4000	-	6000	5000	923	572
6000	-	8000	7000	595	369
8000	-	9000	8500	149	92
9000	-	10000	9500	89	55
10000	-	11000	10500	89	55
11000	-	12000	11500	60	37
12000	-	13000	12500	30	18
13000	-	14000	13500	30	18
14000	-	15000	14500	30	18
15000	-	16000	15500	30	18
16000	-	17000	16500	30	18
17000	-	18000	17500	30	18
Jumlah				2977	1844

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Pada tabel 4.6 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan truck besar 1,22. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 6 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,22

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	141	72
3000	-	4000	3500	261	135
4000	-	5000	4500	154	79
5000	-	6000	5500	68	35
6000	-	7000	6500	20	10
7000	-	8000	7500	13	7
8000	-	9000	8500	13	7
Jumlah				670	345
P As (2+3) - TADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
3000	-	6000	4500	146	76
6000	-	9000	7500	235	121
9000	-	12000	10500	107	55
12000	-	14000	13000	54	28
14000	-	16000	15000	40	21
16000	-	17500	16750	27	14
17500	-	19000	18250	27	14
19000	-	21000	20000	13	7
21000	-	23000	22000	7	3
23000	-	24500	23750	7	3
24500	-	26000	25250	7	3
26000	-	28000	27000	0	0
28000	-	30000	29000	0	0
30000	-	31500	30750	0	0
Jumlah				670	345

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.7 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-2. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 7 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	10	10
3000	-	4000	3500	10	10
4000	-	5000	4500	9	11
5000	-	6000	5500	0	0
6000	-	7000	6500	0	0
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				29	31
P As 2 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	6	7
4000	-	6000	5000	15	16
6000	-	8000	7000	5	5
8000	-	9000	8500	3	3
9000	-	10000	9500	0	0
10000	-	11000	10500	0	0
11000	-	12000	11500	0	0
12000	-	13000	12500	0	0
13000	-	14000	13500	0	0
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				29	31

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.8 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-2. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura. Tabel ini juga merupakan tabel lanjutan dari tabel 4.7

Tabel 4. 8 Lanjutan Tabel 4.7 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2

P As 3 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	6	7
4000	-	6000	5000	15	16
6000	-	8000	7000	5	5
8000	-	9000	8500	3	3
9000	-	10000	9500	0	0
10000	-	11000	10500	0	0
11000	-	12000	11500	0	0
12000	-	13000	12500	0	0
13000	-	14000	13500	0	0
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				29	31

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Pada tabel 4.9 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan truck gandeng 1,2+2,2. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 9 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	41	35
3000	-	4000	3500	18	10
4000	-	5000	4500	2	3
5000	-	6000	5500	2	3
6000	-	7000	6500	1	1
7000	-	8000	7500	1	1
8000	-	9000	8500	1	1
Jumlah				66	54
P As 2 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	50	40
4000	-	6000	5000	3	6
6000	-	8000	7000	3	2
8000	-	9000	8500	2	1
9000	-	10000	9500	2	1
10000	-	11000	10500	2	1
11000	-	12000	11500	2	1
12000	-	13000	12500	1	1
13000	-	14000	13500	1	1
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				66	54

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.10 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan truck gandeng 1,2+2,2. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 10 Lanjutan Tabel 4.9 Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2

P As 3 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	50	40
4000	-	6000	5000	3	6
6000	-	8000	7000	3	2
8000	-	9000	8500	2	1
9000	-	10000	9500	2	1
10000	-	11000	10500	2	1
11000	-	12000	11500	2	1
12000	-	13000	12500	1	1
13000	-	14000	13500	1	1
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				66	54
P As 4 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	50	40
4000	-	6000	5000	3	6
6000	-	8000	7000	3	2
8000	-	9000	8500	2	1
9000	-	10000	9500	2	1
10000	-	11000	10500	2	1
11000	-	12000	11500	2	1
12000	-	13000	12500	1	1
13000	-	14000	13500	1	1
14000	-	15000	14500	0	0
15000	-	16000	15500	0	0
16000	-	17000	16500	0	0
17000	-	18000	17500	0	0
Jumlah				66	54

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.11 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-22. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 11 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	64	52
3000	-	4000	3500	111	89
4000	-	5000	4500	17	12
5000	-	6000	5500	3	3
6000	-	7000	6500	0	0
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				195	156
P As 2 - SADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
2000	-	4000	3000	42	34
4000	-	6000	5000	86	67
6000	-	8000	7000	33	27
8000	-	9000	8500	8	6
9000	-	10000	9500	8	6
10000	-	11000	10500	4	3
11000	-	12000	11500	4	3
12000	-	13000	12500	2	2
13000	-	14000	13500	2	2
14000	-	15000	14500	2	2
15000	-	16000	15500	2	2
16000	-	17000	16500	1	1
17000	-	18000	17500	1	1
Jumlah				195	156

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII*

Pada tabel 4.12 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-22. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 12 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22

P As (3+4) - TADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
3000	-	6000	4500	60	49
6000	-	9000	7500	70	56
9000	-	12000	10500	27	22
12000	-	14000	13000	6	5
14000	-	16000	15000	12	9
16000	-	17500	16750	12	9
17500	-	19000	18250	8	6
19000	-	21000	20000	0	0
21000	-	23000	22000	0	0
23000	-	24500	23750	0	0
24500	-	26000	25250	0	0
26000	-	28000	27000	0	0
28000	-	30000	29000	0	0
30000	-	31500	30750	0	0
Jumlah				195	156

*Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan
Nasional VIII*

Pada tabel 4.13 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-222. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 13 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	1	1
3000	-	4000	3500	18	17
4000	-	5000	4500	38	37
5000	-	6000	5500	24	23
6000	-	7000	6500	3	2
7000	-	8000	7500	2	2
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				86	82
P As (2+3) - TADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
3000	-	6000	4500	8	7
6000	-	9000	7500	35	33
9000	-	12000	10500	10	9
12000	-	14000	13000	6	6
14000	-	16000	15000	6	6
16000	-	17500	16750	6	6
17500	-	19000	18250	4	4
19000	-	21000	20000	3	3
21000	-	23000	22000	3	3
23000	-	24500	23750	1	1
24500	-	26000	25250	1	1
26000	-	28000	27000	1	1
28000	-	30000	29000	1	1
30000	-	31500	30750	1	1

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.14 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,2-222. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 14 Lanjutan Tabel 4.13 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222

P As (4+5+6) - TRDT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
4000	-	8000	6000	13	12
8000	-	12000	10000	30	32
12000	-	16000	14000	6	6
16000	-	20000	18000	8	7
20000	-	22500	21250	6	6
22500	-	25000	23750	8	7
25000	-	27500	26250	2	2
27500	-	30000	28750	3	2
30000	-	32500	31250	1	1
32500	-	35000	33750	1	1
35000	-	37500	36250	3	2
37500	-	40000	38750	3	2
40000	-	42500	41250	1	1
42500	-	45000	43750	1	1
Jumlah				86	82

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.15 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,22-22. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 15 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22

P As 1 - SAST			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
0	-	500	250	0	0
500	-	1000	750	0	0
1000	-	2000	1500	0	0
2000	-	3000	2500	6	5
3000	-	4000	3500	26	23
4000	-	5000	4500	17	14
5000	-	6000	5500	6	5
6000	-	7000	6500	1	1
7000	-	8000	7500	0	0
8000	-	9000	8500	0	0
Jumlah				56	48
P As (2+3) - TADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
3000	-	6000	4500	6	5
6000	-	9000	7500	17	14
9000	-	12000	10500	9	7
12000	-	14000	13000	5	4
14000	-	16000	15000	4	3
16000	-	17500	16750	3	3
17500	-	19000	18250	3	3
19000	-	21000	20000	2	2
21000	-	23000	22000	2	2
23000	-	24500	23750	1	1
24500	-	26000	25250	1	1
26000	-	28000	27000	1	1
28000	-	30000	29000	1	1
30000	-	31500	30750	1	1
Jumlah				56	48

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Pada tabel 4.16 merupakan hasil WIM survey yang menunjukkan jenis kendaraan trailer 1,22-22. Data berikut dibagi menjadi dua ruas yaitu Ruas Madura-Surabaya dan Ruas Surabaya-Madura.

Tabel 4. 16 Lanjutan Tabel 4.15 Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22

P As (4+5) - TADT			P	Madura - Surabaya	Surabaya - Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan
3000	-	6000	4500	6	5
6000	-	9000	7500	17	14
9000	-	12000	10500	9	7
12000	-	14000	13000	5	4
14000	-	16000	15000	4	3
16000	-	17500	16750	3	3
17500	-	19000	18250	3	3
19000	-	21000	20000	2	2
21000	-	23000	22000	2	2
23000	-	24500	23750	1	1
24500	-	26000	25250	1	1
26000	-	28000	27000	1	1
28000	-	30000	29000	1	1
30000	-	31500	30750	1	1
Jumlah				56	48

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

Itulah data-data yang diambil dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII

pada 9 Januari 2018. Sedangkan data-data WIM *Survey* diatas merupak data kendaraan yang diambil pada tanggal 27 Desember 2017, dikarenakan data lalu lintas harian yang didapat adalah mulai tahun 2017 maka data WIM *Suevey* mengikuti.

4.5.2 Perhitungan untuk Jenis Kendaraan Truck Besar 1.2H

Diambil jenis kendaraan truck besar 1.2H karena kendaraan inilah yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap umur rencana jalan. Hal ini dapat diketahui dengan cara menghitung EDF (*Equivalent Damage Factor*). Dengan perhitungan sebagai berikut :

4.5.2.1 Perhitungan EDF Truck Besar 1.2H (P As 1-SAST)

Untuk menghitung EDF digunakan persamaan ke-2 yaitu untuk beban gandar tunggal untuk satu kendaraan.

1. Ruas Madura – Surabaya

$$\begin{aligned}
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{250 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0000009 \\
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{750 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0000714 \\
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{1500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0011418 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{2500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0088105
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{3500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0338463
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{4500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0924889
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{5500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,2063907
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{6500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,40261769
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{7500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,7136486
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{8500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,1773757
 \end{aligned}$$

Setelah EDF untuk satu kendaraan maka dikalikan dengan jumlah kendaarn yang ada untuk mengetahui EDF Total.

$$EDF_{\text{Total}} = EDF \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0000009 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0000714 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0011418 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0088105 \times 1935 = 17.04827213$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0338463 \times 655 = 22.16934400$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0924889 \times 238 = 22.01234836$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,2063907 \times 89 = 18.36877226$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,4026176 \times 30 = 12.07852900$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,7136486 \times 30 = 21.40945802$$

$$\begin{aligned}
 EDF_{\text{Total}} &= 1,1773757 \times 0 = 0 \\
 &\quad + \\
 &= 113.0867238
 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya – Madura

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{250 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0000009$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{750 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0000714$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{1500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0011418$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{2500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0088105$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{3500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0338463$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{4500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0924889$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{5500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,2063907$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{6500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,40261769$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{7500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,7136486$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{8500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,1773757$$

Setelah EDF untuk satu kendaraan maka dikalikan dengan jumlah kendaarn yang ada untuk mengetahui EDF Total.

$$EDF_{\text{Total}} = EDF \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0000009 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0000714 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0011418 \times 0 = 0$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0,0088105 \times 1199 = 10.56376139$$

$$EDF_{Total} = 0,0338463 \times 406 = 13.74160865$$

$$EDF_{Total} = 0,0924889 \times 148 = 13.68835108$$

$$EDF_{Total} = 0,2063907 \times 55 = 11.35148847$$

$$EDF_{Total} = 0,4026176 \times 18 = 7.24711740$$

$$EDF_{Total} = 0,7136486 \times 18 = 12.84567481$$

$$EDF_{Total} = 1,1773757 \times 0 = 0 \quad + \\ = 69.4380018$$

4.5.2.2 Perhitungan EDF Truck Besar 1.2H (P As 2 – SADT)

Untuk menghitung EDF digunakan persamaan ke-1 yaitu untuk beban gandar ganda untuk satu kendaraan.

1. Ruas Madura – Surabaya

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{3000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0182694$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{5000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,1409676$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{7000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,5415412 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{8500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,1773757 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{9500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,8371042 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{10500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 2,7415525 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{11500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 3,9448521 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{12500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 5,5065478 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{13500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 7,4915976 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{14500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 9,9703723 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{15500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 13,0186562 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{16500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 16,7176467 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{17500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 21,1539542
\end{aligned}$$

Setelah EDF untuk satu kendaraan maka dikalikan dengan jumlah kendaarn yang ada untuk mengetahui EDF Total.

$$EDF_{\text{Total}} = EDF \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.0182694 \times 892 = 16.29630853$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.1409676 \times 923 = 130.11311771$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.5415412 \times 595 = 322.21703037$$

$$EDF_{\text{Total}} = 1.1773757 \times 149 = 175.42897919$$

$$EDF_{\text{Total}} = 1.8371042 \times 89 = 163.50227233$$

$$EDF_{\text{Total}} = 2.7415525 \times 89 = 243.99816932$$

$$EDF_{\text{Total}} = 3.9448521 \times 60 = 236.69112659$$

$$EDF_{\text{Total}} = 5.5065478 \times 30 = 165.19643534$$

$$EDF_{\text{Total}} = 7.4915976 \times 30 = 224.74792651$$

$$EDF_{\text{Total}} = 9.9703723 \times 30 = 299.11116795$$

$$EDF_{\text{Total}} = 13.0186562 \times 30 = 390.55968553$$

$$EDF_{\text{Total}} = 16.7176467 \times 30 = 501.52939979$$

$$EDF_{\text{Total}} = 21.1539542 \times 30 \equiv 634.61862599 \quad +$$

$$= 3504.010245$$

2. Ruas Surabaya – Madura

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{3000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,0182694$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{5000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,1409676$$

$$EDF = \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4$$

$$= \left(\frac{7000 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 0,5415412$$

$$\begin{aligned}
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{8500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,1773757 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{9500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 1,8371042 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{10500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 2,7415525 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{11500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 3,9448521 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{12500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 5,5065478 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{13500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 7,4915976 \\
EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
&= \left(\frac{14500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 9,9703723
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{15500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 13,0186562 \\
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{16500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 16,7176467 \\
 EDF &= \left(\frac{\text{beban gandar ton}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{17500 \times 0,001}{8,16} \right)^4 = 21,1539542
 \end{aligned}$$

Setelah EDF untuk satu kendaraan maka dikalikan dengan jumlah kendaarn yang ada untuk mengetahui EDF Total.

$$EDF_{\text{Total}} = EDF \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.0182694 \times 556 = 10.15778872$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.1409676 \times 572 = 80.63348140$$

$$EDF_{\text{Total}} = 0.5415412 \times 369 = 199.82871295$$

$$EDF_{\text{Total}} = 1.1773757 \times 92 = 108.31856433$$

$$EDF_{\text{Total}} = 1.8371042 \times 55 = 101.04073009$$

$$EDF_{\text{Total}} = 2.7415525 \times 55 = 150.78538554$$

$$EDF_{\text{Total}} = 3.9448521 \times 37 = 145.95952806$$

$$\text{EDF}_{\text{Total}} = 5.5065478 \times 18 = 99.11786120$$

$$\text{EDF}_{\text{Total}} = 7.4915976 \times 18 = 134.84875590$$

$$\text{EDF}_{\text{Total}} = 9.9703723 \times 18 = 179.46670077$$

$$\text{EDF}_{\text{Total}} = 13.0186562 \times 18 = 234.33581132$$

$$\text{EDF}_{\text{Total}} = 16.7176467 \times 18 = 300.91763987$$

$$\begin{aligned} \text{EDF}_{\text{Total}} &= 21.1539542 \times 18 = \underline{380.77117559} & + \\ &= 2126.182136 \end{aligned}$$

Diatas hanya contoh perhitungan EDF untuk jenis kendaraan truck besar 1,2H. Sementara tabel 4.17 merupakann perhitungan lengkap untuk EDF setiap jenis kendaraan.

Tabel 4. 17 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Mobil Pribadi

P As 1 - SAST		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	- 500	250	2399	2247	0.0000009	0.00211363	0.00197971
500	- 1000	750	9595	8990	0.0000714	0.68474583	0.64157009
1000	- 2000	1500	2116	1983	0.0011418	2.41612870	2.26426428
2000	- 3000	2500	0	0	0.0088105	0.00000000	0.00000000
3000	- 4000	3500	0	0	0.0338463	0.00000000	0.00000000
4000	- 5000	4500	0	0	0.0924889	0.00000000	0.00000000
5000	- 6000	5500	0	0	0.2063907	0.00000000	0.00000000
6000	- 7000	6500	0	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	- 8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	- 9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah			14110	13220		3.10298817	2.90781409
P As 2 - SAST		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	- 500	250	2399	2247	0.0000009	0.00211363	0.00197971
500	- 1000	750	9595	8990	0.0000714	0.68474583	0.64157009
1000	- 2000	1500	2116	1983	0.0011418	2.41612870	2.26426428
2000	- 3000	2500	0	0	0.0088105	0.00000000	0.00000000
3000	- 4000	3500	0	0	0.0338463	0.00000000	0.00000000
4000	- 5000	4500	0	0	0.0924889	0.00000000	0.00000000
5000	- 6000	5500	0	0	0.2063907	0.00000000	0.00000000
6000	- 7000	6500	0	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	- 8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	- 9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah			14110	13220		3.102988168	2.907814086

Tabel 4.17 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Pada tabel 4.18 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 18 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Kecil atau Bus Kecil 1,2L

P As 1 - SAST		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	822	0.0011418	0.93859064	0.86665486
2000	-	3000	2500	397	0.0088105	3.49775919	3.23344489
3000	-	4000	3500	106	0.0338463	3.58771063	3.31694002
4000	-	5000	4500	0	0.0924889	0.00000000	0.00000000
5000	-	6000	5500	0	0.2063907	0.00000000	0.00000000
6000	-	7000	6500	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	-	8000	7500	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	-	9000	8500	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah			1325	1224		8.024060463	7.417039773
P As 2 - SADT		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	-	4000	3000	848	0.0182694	15.49245474	14.30494347
4000	-	6000	5000	305	0.1409676	42.99512557	39.75287020
6000	-	8000	7000	172	0.5415412	93.14509113	86.10505517
8000	-	9000	8500	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
9000	-	10000	9500	0	1.8371042	0.00000000	0.00000000
10000	-	11000	10500	0	2.7415525	0.00000000	0.00000000
11000	-	12000	11500	0	3.9448521	0.00000000	0.00000000
12000	-	13000	12500	0	5.5065478	0.00000000	0.00000000
13000	-	14000	13500	0	7.4915976	0.00000000	0.00000000
14000	-	15000	14500	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	-	16000	15500	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	-	17000	16500	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	-	18000	17500	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah			1325	1224		151.6326714	140.1628688

Pada tabel 4.19 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 19 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Bus Besar 1,2B

P As 1 -		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
SAST		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	- 500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	- 1000	750	14	11	0.0000714	0.00099911	0.00078501
1000	- 2000	1500	16	12	0.0011418	0.01826940	0.01370205
2000	- 3000	2500	65	51	0.0088105	0.57268098	0.44933430
3000	- 4000	3500	110	86	0.0338463	3.72309594	2.91078410
4000	- 5000	4500	28	22	0.0924889	2.58968804	2.03475489
5000	- 6000	5500	0	0	0.2063907	0.00000000	0.00000000
6000	- 7000	6500	0	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	- 8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	- 9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah			233	182		6.904733469	5.409360359
P As 2 -		P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
SADT		Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	- 4000	3000	56	44	0.0182694	1.02308663	0.80385378
4000	- 6000	5000	177	138	0.1409676	24.95126959	19.45353223
6000	- 8000	7000	0	0	0.5415412	0.00000000	0.00000000
8000	- 9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
9000	- 10000	9500	0	0	1.8371042	0.00000000	0.00000000
10000	- 11000	10500	0	0	2.7415525	0.00000000	0.00000000
11000	- 12000	11500	0	0	3.9448521	0.00000000	0.00000000
12000	- 13000	12500	0	0	5.5065478	0.00000000	0.00000000
13000	- 14000	13500	0	0	7.4915976	0.00000000	0.00000000
14000	- 15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	- 16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	- 17000	16500	0	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	- 18000	17500	0	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah			233	182		25.97435623	20.25738601

Pada tabel 4.20 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 20 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,2H

P As 1 - SAST			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	1935	1199	0.0088105	17.04827213	10.56376139
3000	-	4000	3500	655	406	0.0338463	22.16934400	13.74160865
4000	-	5000	4500	238	148	0.0924889	22.01234836	13.68835108
5000	-	6000	5500	89	55	0.2063907	18.36877226	11.35148847
6000	-	7000	6500	30	18	0.4026176	12.07852900	7.24711740
7000	-	8000	7500	30	18	0.7136486	21.40945802	12.84567481
8000	-	9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah				2977	1844		113.0867238	69.4380018
P As 2 - SADT			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	-	4000	3000	892	556	0.0182694	16.29630853	10.15778872
4000	-	6000	5000	923	572	0.1409676	130.11311771	80.63348140
6000	-	8000	7000	595	369	0.5415412	322.21703037	199.82871295
8000	-	9000	8500	149	92	1.1773757	175.42897919	108.31856433
9000	-	10000	9500	89	55	1.8371042	163.50227233	101.04073009
10000	-	11000	10500	89	55	2.7415525	243.99816932	150.78538554
11000	-	12000	11500	60	37	3.9448521	236.69112659	145.95952806
12000	-	13000	12500	30	18	5.5065478	165.19643534	99.11786120
13000	-	14000	13500	30	18	7.4915976	224.74792651	134.84875590
14000	-	15000	14500	30	18	9.9703723	299.11116795	179.46670077
15000	-	16000	15500	30	18	13.0186562	390.55968553	234.33581132
16000	-	17000	16500	30	18	16.7176467	501.52939979	300.91763987
17000	-	18000	17500	30	18	21.1539542	634.61862599	380.77117559
Jumlah				2977	1844		3504.010245	2126.182136

Pada tabel 4.21 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal dan beban gandar ganda.

Tabel 4. 21 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Besar 1,22

P As 1 - SAST		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
0	- 500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	- 1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	- 2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	- 3000	2500	141	72	0.0088105	1.24227719	0.63435431
3000	- 4000	3500	261	135	0.0338463	8.83389127	4.56925411
4000	- 5000	4500	154	79	0.0924889	14.24328423	7.30661983
5000	- 6000	5500	68	35	0.2063907	14.03456757	7.22367448
6000	- 7000	6500	20	10	0.4026176	8.05235267	4.02617633
7000	- 8000	7500	13	7	0.7136486	9.27743181	4.99554020
8000	- 9000	8500	13	7	1.1773757	15.30588409	8.24162989
Jumlah			670	345		70.98968883	36.99724917
P As (2+3) - TADT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
3000	- 6000	4500	146	76	0.0079540	1.16129011	0.60450718
6000	- 9000	7500	235	121	0.0613738	14.42283822	7.42622734
9000	- 12000	10500	107	55	0.2357735	25.22776578	12.96754316
12000	- 14000	13000	54	28	0.5540019	29.91610062	15.51205217
14000	- 16000	15000	40	21	0.9819805	39.27921898	20.62158996
16000	- 17500	16750	27	14	1.5268524	41.22501534	21.37593388
17500	- 19000	18250	27	14	2.1517375	58.09691286	30.12432519
19000	- 21000	20000	13	7	3.1035432	40.34606196	21.72480260
21000	- 23000	22000	7	3	4.5438976	31.80728348	13.63169292
23000	- 24500	23750	7	3	6.1715219	43.20065306	18.51456560
24500	- 26000	25250	7	3	7.8846668	55.19266772	23.65400045
26000	- 28000	27000	0	0	10.3084382	0.00000000	0.00000000
28000	- 30000	29000	0	0	13.7192322	0.00000000	0.00000000
30000	- 31500	30750	0	0	17.3427633	0.00000000	0.00000000
Jumlah			670	345		379.8758081	186.1572404

Pada tabel 4.22 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 22 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2

P As 1 -			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
SAST			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	10	10	0.0088105	0.08810477	0.08810477
3000	-	4000	3500	10	10	0.0338463	0.33846327	0.33846327
4000	-	5000	4500	9	11	0.0924889	0.83239973	1.01737745
5000	-	6000	5500	0	0	0.2063907	0.00000000	0.00000000
6000	-	7000	6500	0	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	-	8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	-	9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah				29	31		1.258967761	1.443945478
P As 2 -			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
SADT			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	-	4000	3000	6	7	0.0182694	0.10961643	0.12788583
4000	-	6000	5000	15	16	0.1409676	2.11451437	2.25548200
6000	-	8000	7000	5	5	0.5415412	2.70770614	2.70770614
8000	-	9000	8500	3	3	1.1773757	3.53212710	3.53212710
9000	-	10000	9500	0	0	1.8371042	0.00000000	0.00000000
10000	-	11000	10500	0	0	2.7415525	0.00000000	0.00000000
11000	-	12000	11500	0	0	3.9448521	0.00000000	0.00000000
12000	-	13000	12500	0	0	5.5065478	0.00000000	0.00000000
13000	-	14000	13500	0	0	7.4915976	0.00000000	0.00000000
14000	-	15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	-	16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	-	17000	16500	0	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	-	18000	17500	0	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah				29	31		8.463964033	8.623201062

Pada tabel 4.23 menunjukan lanjutan dari tabel 4.22 yaitu perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 23 Lanjutan Tabel 4.22 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-2

P As 3 - SADT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
2000	- 4000	3000	6	7	0.0182694	0.10961643	0.12788583
4000	- 6000	5000	15	16	0.1409676	2.11451437	2.25548200
6000	- 8000	7000	5	5	0.5415412	2.70770614	2.70770614
8000	- 9000	8500	3	3	1.1773757	3.53212710	3.53212710
9000	- 10000	9500	0	0	1.8371042	0.00000000	0.00000000
10000	- 11000	10500	0	0	2.7415525	0.00000000	0.00000000
11000	- 12000	11500	0	0	3.9448521	0.00000000	0.00000000
12000	- 13000	12500	0	0	5.5065478	0.00000000	0.00000000
13000	- 14000	13500	0	0	7.4915976	0.00000000	0.00000000
14000	- 15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	- 16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	- 17000	16500	0	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	- 18000	17500	0	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah			29	31		8.463964033	8.623201062

Pada tabel 4.24 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 24 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2

P As 1 - SAST			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	41	35	0.0088105	0.36122954	0.30836668
3000	-	4000	3500	18	10	0.0338463	0.60923388	0.33846327
4000	-	5000	4500	2	3	0.0924889	0.18497772	0.27746658
5000	-	6000	5500	2	3	0.2063907	0.41278140	0.61917210
6000	-	7000	6500	1	1	0.4026176	0.40261763	0.40261763
7000	-	8000	7500	1	1	0.7136486	0.71364860	0.71364860
8000	-	9000	8500	1	1	1.1773757	1.17737570	1.17737570
Jumlah				66	54		3.861864469	3.837110554
P As 2 - SADT			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	-	4000	3000	50	40	0.0182694	0.91347021	0.73077617
4000	-	6000	5000	3	6	0.1409676	0.42290287	0.84580575
6000	-	8000	7000	3	2	0.5415412	1.62462368	1.08308246
8000	-	9000	8500	2	1	1.1773757	2.35475140	1.17737570
9000	-	10000	9500	2	1	1.8371042	3.67420837	1.83710418
10000	-	11000	10500	2	1	2.7415525	5.48310493	2.74155246
11000	-	12000	11500	2	1	3.9448521	7.88970422	3.94485211
12000	-	13000	12500	1	1	5.5065478	5.50654784	5.50654784
13000	-	14000	13500	1	1	7.4915976	7.49159755	7.49159755
14000	-	15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	-	16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	-	17000	16500	0	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	-	18000	17500	0	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah				66	54		35.36091107	25.35869422

Pada tabel 4.25 menunjukan lanjutan dari tabel 4.24 yaitu perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 25 Lanjutan Tabel 4.24 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Truck Gandeng 1,2+2,2

P As 3 - SADT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
2000	- 4000	3000	50	40	0.0182694	0.91347021	0.73077617
4000	- 6000	5000	3	6	0.1409676	0.42290287	0.84580575
6000	- 8000	7000	3	2	0.5415412	1.62462368	1.08308246
8000	- 9000	8500	2	1	1.1773757	2.35475140	1.17737570
9000	- 10000	9500	2	1	1.8371042	3.67420837	1.83710418
10000	- 11000	10500	2	1	2.7415525	5.48310493	2.74155246
11000	- 12000	11500	2	1	3.9448521	7.88970422	3.94485211
12000	- 13000	12500	1	1	5.5065478	5.50654784	5.50654784
13000	- 14000	13500	1	1	7.4915976	7.49159755	7.49159755
14000	- 15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	- 16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000
16000	- 17000	16500	0	0	16.7176467	0.00000000	0.00000000
17000	- 18000	17500	0	0	21.1539542	0.00000000	0.00000000
Jumlah			66	54		35.36091107	25.35869422
P As 4 - SADT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
2000	- 4000	3000	50	40	0.0182694	0.91347021	0.73077617
4000	- 6000	5000	3	6	0.1409676	0.42290287	0.84580575
6000	- 8000	7000	3	2	0.5415412	1.62462368	1.08308246
8000	- 9000	8500	2	1	1.1773757	2.35475140	1.17737570
9000	- 10000	9500	2	1	1.8371042	3.67420837	1.83710418
10000	- 11000	10500	2	1	2.7415525	5.48310493	2.74155246
11000	- 12000	11500	2	1	3.9448521	7.88970422	3.94485211
12000	- 13000	12500	1	1	5.5065478	5.50654784	5.50654784
13000	- 14000	13500	1	1	7.4915976	7.49159755	7.49159755
14000	- 15000	14500	0	0	9.9703723	0.00000000	0.00000000
15000	- 16000	15500	0	0	13.0186562	0.00000000	0.00000000

Pada tabel 4.26 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal.

Tabel 4. 26 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22

P As 1 - SAST			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	64	52	0.0088105	0.56387050	0.45814478
3000	-	4000	3500	111	89	0.0338463	3.75694227	3.01232308
4000	-	5000	4500	17	12	0.0924889	1.57231060	1.10986630
5000	-	6000	5500	3	3	0.2063907	0.61917210	0.61917210
6000	-	7000	6500	0	0	0.4026176	0.00000000	0.00000000
7000	-	8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	-	9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah				195	156		6.512295461	5.199506261
P As 2 - SADT			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
2000	-	4000	3000	42	34	0.0182694	0.76731498	0.62115974
4000	-	6000	5000	86	67	0.1409676	12.12321573	9.44483086
6000	-	8000	7000	33	27	0.5415412	17.87086051	14.62161314
8000	-	9000	8500	8	6	1.1773757	9.41900559	7.06425420
9000	-	10000	9500	8	6	1.8371042	14.69683347	11.02262510
10000	-	11000	10500	4	3	2.7415525	10.96620986	8.22465739
11000	-	12000	11500	4	3	3.9448521	15.77940844	11.83455633
12000	-	13000	12500	2	2	5.5065478	11.01309569	11.01309569
13000	-	14000	13500	2	2	7.4915976	14.98319510	14.98319510
14000	-	15000	14500	2	2	9.9703723	19.94074453	19.94074453
15000	-	16000	15500	2	2	13.0186562	26.03731237	26.03731237
16000	-	17000	16500	1	1	16.7176467	16.71764666	16.71764666
17000	-	18000	17500	1	1	21.1539542	21.15395420	21.15395420
Jumlah				195	156		191.4687971	172.6796453

Pada tabel 4.27 menunjukan lanjutan dari tabel 4.26 yaitu perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (3) yaitu EDF untuk beban gandar ganda.

Tabel 4. 27 Lanjutan Tabel 4.26 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22

P As (3+4) - TADT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
3000	- 6000	4500	60	49	0.0079540	0.47724251	0.38974805
6000	- 9000	7500	70	56	0.0613738	4.29616458	3.43693166
9000	- 12000	10500	27	22	0.2357735	6.36588482	5.18701726
12000	- 14000	13000	6	5	0.5540019	3.32401118	2.77000932
14000	- 16000	15000	12	9	0.9819805	11.78376569	8.83782427
16000	- 17500	16750	12	9	1.5268524	18.32222904	13.74167178
17500	- 19000	18250	8	6	2.1517375	17.21390011	12.91042508
19000	- 21000	20000	0	0	3.1035432	0.00000000	0.00000000
21000	- 23000	22000	0	0	4.5438976	0.00000000	0.00000000
23000	- 24500	23750	0	0	6.1715219	0.00000000	0.00000000
24500	- 26000	25250	0	0	7.8846668	0.00000000	0.00000000
26000	- 28000	27000	0	0	10.3084382	0.00000000	0.00000000
28000	- 30000	29000	0	0	13.7192322	0.00000000	0.00000000
30000	- 31500	30750	0	0	17.3427633	0.00000000	0.00000000
Jumlah			195	156		61.78319793	47.27362742

Pada tabel 4.28 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal dan beban gandar ganda.

Tabel 4. 28 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222

P As 1 - SAST			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	1	1	0.0088105	0.00881048	0.00881048
3000	-	4000	3500	18	17	0.0338463	0.60923388	0.57538755
4000	-	5000	4500	38	37	0.0924889	3.51457663	3.42208777
5000	-	6000	5500	24	23	0.2063907	4.95337679	4.74698609
6000	-	7000	6500	3	2	0.4026176	1.20785290	0.80523527
7000	-	8000	7500	2	2	0.7136486	1.42729720	1.42729720
8000	-	9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah				86	82		11.72114788	10.98580436
P As (2+3) - TADT			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
3000	-	6000	4500	8	7	0.0079540	0.06363233	0.05567829
6000	-	9000	7500	35	33	0.0613738	2.14808229	2.02533473
9000	-	12000	10500	10	9	0.2357735	2.35773512	2.12196161
12000	-	14000	13000	6	6	0.5540019	3.32401118	3.32401118
14000	-	16000	15000	6	6	0.9819805	5.89188285	5.89188285
16000	-	17500	16750	6	6	1.5268524	9.16111452	9.16111452
17500	-	19000	18250	4	4	2.1517375	8.60695005	8.60695005
19000	-	21000	20000	3	3	3.1035432	9.31062968	9.31062968
21000	-	23000	22000	3	3	4.5438976	13.63169292	13.63169292
23000	-	24500	23750	1	1	6.1715219	6.17152187	6.17152187
24500	-	26000	25250	1	1	7.8846668	7.88466682	7.88466682
26000	-	28000	27000	1	1	10.3084382	10.30843823	10.30843823
28000	-	30000	29000	1	1	13.7192322	13.71923224	13.71923224
30000	-	31500	30750	1	1	17.3427633	17.34276330	17.34276330
Jumlah				86	82		109.9223534	109.5558783

Pada tabel 4.29 menunjukkan lanjutan dari tabel 4.28 yaitu perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (4) yaitu EDF untuk beban gandar triple.

Tabel 4. 29 Lanjutan Tabel 4.28 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-222

P As (4+5+6) - TRDT		P Kg	Madura-Surabaya Jml. Kendaraan	Surabaya-Madura Jml. Kendaraan	EDF	Madura-Surabaya EDF Total	Surabaya-Madura EDF Total
4000	- 8000	6000	13	12	0.0046770	0.06080058	0.05612361
8000	- 12000	10000	30	32	0.0360877	1.08263136	1.15480678
12000	- 16000	14000	6	6	0.1386346	0.83180733	0.83180733
16000	- 20000	18000	8	7	0.3788344	3.03067492	2.65184056
20000	- 22500	21250	6	6	0.7358598	4.41515887	4.41515887
22500	- 25000	23750	8	7	1.1481901	9.18552092	8.03733080
25000	- 27500	26250	2	2	1.7134703	3.42694058	3.42694058
27500	- 30000	28750	3	2	2.4655326	7.39659771	4.93106514
30000	- 32500	31250	1	1	3.4415924	3.44159240	3.44159240
32500	- 35000	33750	1	1	4.6822485	4.68224847	4.68224847
35000	- 37500	36250	3	2	6.2314827	18.69444800	12.46296533
37500	- 40000	38750	3	2	8.1366601	24.40998035	16.27332023
40000	- 42500	41250	1	1	10.4485292	10.44852916	10.44852916
42500	- 45000	43750	1	1	13.2212214	13.22122137	13.22122137
Jumlah			86	82		104.328152	86.03495064

Pada tabel 4.30 menunjukkan perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) yaitu EDF untuk beban gandar tunggal dan beban gandar ganda.

Tabel 4. 30 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,22-22

P As 1 - SAST			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
0	-	500	250	0	0	0.0000009	0.00000000	0.00000000
500	-	1000	750	0	0	0.0000714	0.00000000	0.00000000
1000	-	2000	1500	0	0	0.0011418	0.00000000	0.00000000
2000	-	3000	2500	6	5	0.0088105	0.05286286	0.04405238
3000	-	4000	3500	26	23	0.0338463	0.88000449	0.77846551
4000	-	5000	4500	17	14	0.0924889	1.57231060	1.29484402
5000	-	6000	5500	6	5	0.2063907	1.23834420	1.03195350
6000	-	7000	6500	1	1	0.4026176	0.40261763	0.40261763
7000	-	8000	7500	0	0	0.7136486	0.00000000	0.00000000
8000	-	9000	8500	0	0	1.1773757	0.00000000	0.00000000
Jumlah				56	48		4.146139781	3.551933049
P As (2+3) - TADT			P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Kg	Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
3000	-	6000	4500	6	5	0.0079540	0.04772425	0.03977021
6000	-	9000	7500	17	14	0.0613738	1.04335425	0.85923292
9000	-	12000	10500	9	7	0.2357735	2.12196161	1.65041458
12000	-	14000	13000	5	4	0.5540019	2.77000932	2.21600745
14000	-	16000	15000	4	3	0.9819805	3.92792190	2.94594142
16000	-	17500	16750	3	3	1.5268524	4.58055726	4.58055726
17500	-	19000	18250	3	3	2.1517375	6.45521254	6.45521254
19000	-	21000	20000	2	2	3.1035432	6.20708646	6.20708646
21000	-	23000	22000	2	2	4.5438976	9.08779528	9.08779528
23000	-	24500	23750	1	1	6.1715219	6.17152187	6.17152187
24500	-	26000	25250	1	1	7.8846668	7.88466682	7.88466682
26000	-	28000	27000	1	1	10.3084382	10.30843823	10.30843823
28000	-	30000	29000	1	1	13.7192322	13.71923224	13.71923224
30000	-	31500	30750	1	1	17.3427633	17.34276330	17.34276330
Jumlah				56	48		91.66824531	89.46864057

Pada tabel 4.31 menunjukan lanjutan dari tabel 4.30 yaitu perhitungan EDF pada jenis kendaraan mobil pribadi yang dihitung menggunakan persamaan (3) yaitu EDF untuk beban gandar ganda.

Tabel 4. 31 Lanjutan Tabel 4.30 EDF Berdasarkan Data WIM Jenis Kendaraan Trailer 1,2-22

P As (4+5) - TADT	Kg	P	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura	EDF	Madura-Surabaya	Surabaya-Madura
			Jml. Kendaraan	Jml. Kendaraan		EDF Total	EDF Total
3000 - 6000	4500	6000	6	5	0.0079540	0.04772425	0.03977021
6000 - 9000	7500	9000	17	14	0.0613738	1.04335425	0.85923292
9000 - 12000	10500	12000	9	7	0.2357735	2.12196161	1.65041458
12000 - 14000	13000	14000	5	4	0.5540019	2.77000932	2.21600745
14000 - 16000	15000	16000	4	3	0.9819805	3.92792190	2.94594142
16000 - 17500	16750	17500	3	3	1.5268524	4.58055726	4.58055726
17500 - 19000	18250	19000	3	3	2.1517375	6.45521254	6.45521254
19000 - 21000	20000	21000	2	2	3.1035432	6.20708646	6.20708646
21000 - 23000	22000	23000	2	2	4.5438976	9.08779528	9.08779528
23000 - 24500	23750	24500	1	1	6.1715219	6.17152187	6.17152187
24500 - 26000	25250	26000	1	1	7.8846668	7.88466682	7.88466682
26000 - 28000	27000	28000	1	1	10.3084382	10.30843823	10.30843823
28000 - 30000	29000	30000	1	1	13.7192322	13.71923224	13.71923224
30000 - 31500	30750	31500	1	1	17.3427633	17.34276330	17.34276330
Jumlah			56	48		91.66824531	89.46864057

4.5.2.3 Rekapitulasi Perhitungan EDF

Dibawah ini merupakan rekapitulasi perhitungan EDF untuk semua jenis kendaraan. Untuk perhitungan jenis kendaraan truck besar 1,2H adalah sebagai berikut :

1. Ruas Madura – Surabaya

$$\begin{aligned} \text{EDF truck besar 1,2H} &= 113.0867238 + 3504.010245 \\ &= 3617.096969 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya – Madura

$$\text{EDF truck besar 1,2H} = 69.4380018 + 2126.182136$$

4.5.3 Perhitungan Perkiraan EDF untuk Umur Rencana 5 Tahun dan 10 Tahun

Dari data pertumbuhan yang didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII dapat dicari LHR untuk lima tahun dan sepuluh tahun mendatang. Dengan cara sebagai berikut :

1. Ruas Madura – Surabaya (i=5%) untuk Tahun 2021 (n=5)

Truck Besar (1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2021} &= \text{LHR}_{2017} + (i \times \text{LHR}_{2017} \times n) \\ &= 2881 + (5\% \times 2881 \times 5) \\ &= 3601 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya – Madura (i=4%) untuk Tahun 2021 (n=5)

Truck Besar (1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2021} &= \text{LHR}_{2017} + (i \times \text{LHR}_{2017} \times n) \\ &= 1872 + (4\% \times 1872 \times 5) \\ &= 2246 \end{aligned}$$

3. Ruas Madura – Surabaya (i=5%) untuk Tahun 2026 (n=10)

Truck Besar (1,2H)

$$\text{LHR}_{2021} = \text{LHR}_{2017} + (i \times \text{LHR}_{2017} \times n)$$

$$= 2881 + (5\% \times 2881 \times 10)$$

$$= 4322$$

4. Ruas Surabaya – Madura (i=4%) untuk Tahun 2026 (n=10)

Truck Besar (1,2H)

$$\text{LHR}_{2021} = \text{LHR}_{2017} + (i \times \text{LHR}_{2017} \times n)$$

$$= 1872 + (4\% \times 1872 \times 10)$$

$$= 2621$$

Perhitungan diatas hanya contoh dari menghitung LHR rencana, maka lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.33.

Tabel 4. 33 LHR Rencana Tahun 2021 dan 2026

Golongan	Uraian		Madura-Surabaya			Surabaya-Madura		
			2017	2021	2026	2017	2021	2026
I	Mobil Pribadi	1.1	14369	17961	21554	13379	16055	18731
II	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	1355	1694	2033	1253	1504	1754
	Bus Besar	1.2B	231	289	347	187	224	262
	Truck Besar	1.2H	2881	3601	4322	1872	2246	2621
	Truck Besar	1.22	604	754	902	347	416	486
	Trailer	1.2-2	49	61	74	37	44	52
	Truck Gandeng	1.2+22	69	86	104	58	70	81
	Trailer	1.2-22	199	249	299	168	202	235
	Trailer	1.2-222	90	113	135	88	106	123
	Trailer	1.22-22	56	70	84	48	58	67
	Total		19900	24875	29850	17437	20924	24412

Selanjutnya menghitung EDF untuk tahun 2021 dan tahun 2026. Tetap menggunakan pertumbuhan lalu lintas dapat ditabelkan sebagaimana pada tabel 4.34.

Tabel 4. 34 EDF Rencana

Ruas Madura - Surabaya

Golongan	Uraian		EDF		
			2017	2021	2026
I	Mobil Pribadi	1.1	6.205976336	7.75747042	9.308964504
II	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	159.6567319	199.5709149	239.4850979
	Bus Besar	1.2B	32.0770097	41.09086212	49.31863454
	Truck Besar	1.2H	3617.096969	4521.371211	5425.645453
	Truck Besar	1.22	450.865402	562.5810912	676.2982454
	Trailer	1.2-2	18.18689583	22.73361978	27.28034374
	Truck Gandeng	1.2+22	109.9445977	137.4307471	164.9168965
	Trailer	1.2-22	259.7642905	324.7053631	389.6464358
	Trailer	1.2-222	225.9716533	282.4645666	338.9574799
	Trailer	1.22-22	187.4826304	234.353288	281.2239456
	Total		5068.054331	6335.067914	7602.081497

Ruas Surabaya - Madura

Golongan	Uraian		EDF		
			2017	2021	2026
I	Mobil Pribadi	1.1	5.815628172	6.978753807	8.141879441
II	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	147.5799086	177.0958903	206.6118721
	Bus Besar	1.2B	25.66671627	30.80000564	35.93344491
	Truck Besar	1.2H	2195.620138	2634.744165	3073.868193
	Truck Besar	1.22	222.1544806	267.7063075	312.4162855
	Trailer	1.2-2	18.6903476	22.42841712	26.16648664
	Truck Gandeng	1.2+22	79.91319322	95.89583187	111.8784705
	Trailer	1.2-22	225.152779	270.1833348	315.2138906
	Trailer	1.2-222	206.5766333	247.8919599	289.2072866
	Trailer	1.22-22	182.4892142	218.987057	255.4848999
	Total		3310.659078	3972.790893	4634.922709

4.5.4 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas

jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel 4.35 di bawah ini:

Tabel 4. 35 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Jalan akses ini mempunyai lebar 7,2 m untuk satu lajunya dan satu lajur terdiri dari 2 jalur, maka jalan akses ini termasuk dalam point ke 2. Selanjutnya mencari koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel 4.36 di bawah ini:

Tabel 4. 36 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Maka dari tabel 4.36 jalan akses ini mempunyai nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C) adalah 0,6 untuk kendaraan pribadi dan 0,7 untuk kendaraan berat.

4.5.5 Perhitungan Lintas Equivalent Permukaan (LEP)

Lintas Ekivalen Permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana.

1. Ruas Madura – Surabaya (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= C \times \text{EDF}_{2017} \\ &= 0,7 \times 3617.096969 \\ &= 2531.968 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya - Madura (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= C \times \text{EDF}_{2017} \\ &= 0,7 \times 2195.620138 \\ &= 1536.934 \end{aligned}$$

4.5.6 Perhitungan Lintas Equivalent Akhir (LEA)

Lintas Ekivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. Jadi pada

jalan akses ini dihitung LEA pada 5 dan 10 tahun umur rencana. Dapat dihitung sebagai berikut :

1. Ruas Madura – Surabaya (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LEA}_5 &= C \times \text{EDF}_{2021} \\ &= 0,7 \times 4521.371211 \\ &= 3164.960 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA}_{10} &= C \times \text{EDF}_{2026} \\ &= 0,7 \times 5425.645453 \\ &= 3797.952 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya - Madura (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LEA}_5 &= C \times \text{EDF}_{2021} \\ &= 0,7 \times 2634.744165 \\ &= 1844.321 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA}_{10} &= C \times \text{EDF}_{2026} \\ &= 0,7 \times 3073.868193 \\ &= 2151.708 \end{aligned}$$

4.5.7 Perhitungan Lintas Equivalent Tengah (LET)

Lintas Ekivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana.

1. Ruas Madura – Surabaya (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LET}_5 &= 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}_5) \\ &= 0,5 \times (2531.968 + 3164.960) \\ &= 2848.464 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LET}_{10} &= 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}_{10}) \\ &= 0,5 \times (2531.968 + 3797.952) \\ &= 3164.960 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya - Madura (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LET}_5 &= 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}_5) \\ &= 0,5 \times (1536.934 + 1844.321) \\ &= 1690.628 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LET}_{10} &= 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}_{10}) \\ &= 0,5 \times (1536.934 + 2151.708) \\ &= 1844.321 \end{aligned}$$

4.5.8 Perhitungan Lintas Equivalent Rencana (LER)

Lintas Ekuivalen Rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) jalur rencana.

1. Ruas Madura – Surabaya (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LER}_5 &= \text{LET}_5 \times \text{UR} / 10 \\ &= 2848.464 \times 5 / 10 \\ &= 1424.232 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LER}_{10} &= \text{LET}_{10} \times \text{UR} / 10 \\ &= 3164.960 \times 10 / 10 \\ &= 3164.960 \end{aligned}$$

2. Ruas Surabaya - Madura (Truck Besar 1,2H)

$$\begin{aligned} \text{LER}_5 &= \text{LET}_5 \times \text{UR} / 10 \\ &= 1690.628 \times 5 / 10 \\ &= 845.314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LER}_{10} &= \text{LET}_{10} \times \text{UR} / 10 \\ &= 1844.321 \times 10 / 10 \end{aligned}$$

$$= 1844.321$$

Setelah perhitungan LEP, LEA, LET, dan LER telah selesai dapat dilihat pada tabel 4.37 berikut, agar lebih memudahkan untuk memahaminya :

Tabel 4. 37 Perhitungan LER (Lintas Ekuivalen Rencana) Berdasarkan Data WIM

Ruas Madura-Surabaya

Golongan	Uraian		EDF			C	LEP	LEA	LEA	LET	LET	LER	LER
			2017	2021	2026		2017	2021	2026	2017-2021	2017-2026	2017-2021	2017-2026
I	Mobil Pribadi	1.1	6.205976336	7.75747042	9.308964504	0.6	3.724	4.654	5.585	4.189	4.654	2.095	4.654
	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	159.6567319	199.5709149	239.4850979	0.7	111.760	139.700	167.640	125.730	139.700	62.865	139.700
	Bus Besar	1.2B	32.8790897	41.09886212	49.31863454	0.7	23.015	28.769	34.523	25.892	28.769	12.946	28.769
	Truck Besar	1.2H	3617.096969	4521.371211	5425.645453	0.7	2531.968	3164.960	3797.952	2848.464	3164.960	1424.232	3164.960
II	Truck Besar	1.22	450.865497	563.5818712	676.2982454	0.7	315.606	394.507	473.409	355.057	394.507	177.528	394.507
	Trailer	1.2-2	18.18689583	22.73361978	27.28034374	0.7	12.731	15.914	19.096	14.322	15.914	7.161	15.914
	Truck Gandeng	1.2-22	109.9445977	137.4307471	164.9168965	0.7	76.961	96.202	115.442	86.581	96.202	43.291	96.202
	Trailer	1.2-22	259.7642905	324.7053631	389.6464358	0.7	181.835	227.294	272.753	204.564	227.294	102.282	227.294
	Trailer	1.2-222	225.9716533	282.4645666	338.9574799	0.7	158.180	197.725	237.270	177.953	197.725	88.976	197.725
	Trailer	1.22-22	187.4826304	234.353288	281.2239456	0.7	131.238	164.047	196.857	147.643	164.047	73.821	164.047
	Total		5068.054331	6335.067914	7602.081497		3547.017	4433.772	5320.526	3990.395	4433.772	1995.197	4433.772

Setelah dilakukannya perhitungan mulai dari EDF rencana, LEP, LEA, LET, dan LER maka dapat ditabelkan seperti pada tabel 4.37 agar lebih memudahkan untuk memahaminya, untuk tabel 4.37 merupakan ruas dari Madura-Surabaya.

Tabel 4. 38 Lanjutan Tabel 4.37

Ruas Surabaya-Madura

Golongan	Uraian		EDF			C	LEP	LEA	LEA	LET	LET	LER	LER
			2017	2021	2026		2017	2022	2026	2017-2022	2017-2026	2017-2022	2017-2026
I	Mobil Pribadi	1.1	5.815628172	6.978753807	8.141879441	0.6	3.489	4.187	4.885	3.838	4.187	1.919	4.187
II	Truck Kecil atau Bus Kecil	1.2L	147.5799086	177.0958903	206.6118721	0.7	103.306	123.967	144.628	113.637	123.967	56.818	123.967
	Bus Besar	1.2B	25.66674637	30.80009564	35.93344491	0.7	17.967	21.560	25.153	19.763	21.560	9.882	21.560
	Truck Besar	1.2H	2195.620138	2634.744165	3073.868193	0.7	1536.934	1844.321	2151.708	1690.628	1844.321	845.314	1844.321
	Truck Besar	1.22	223.1544896	267.7853875	312.4162855	0.7	156.208	187.450	218.691	171.829	187.450	85.914	187.450
	Trailer	1.2-2	18.6903476	22.42841712	26.16648664	0.7	13.083	15.700	18.317	14.392	15.700	7.196	15.700
	Truck Gandeng	1.2+22	79.91319322	95.89583187	111.8784705	0.7	55.939	67.127	78.315	61.533	67.127	30.767	67.127
	Trailer	1.2-22	225.152779	270.1833348	315.2138906	0.7	157.607	189.128	220.650	173.368	189.128	86.684	189.128
	Trailer	1.2-222	206.5766333	247.8919599	289.2072866	0.7	144.604	173.524	202.445	159.064	173.524	79.532	173.524
	Trailer	1.22-22	182.4892142	218.987057	255.4848999	0.7	127.742	153.291	178.839	140.517	153.291	70.258	153.291
	Total		3310.659078	3972.790893	4634.922709		2316.880	2780.256	3243.632	2548.568	2780.256	1274.284	2780.256

Setelah dilakukannya perhitungan mulai dari EDF rencana, LEP, LEA, LET, dan LER maka dapat ditabelkan seperti seperti pada tabel 4.38 agar lebih memudahkan untuk memahaminya, untuk tabel 4.38 diatas merupakan ruas dari Surabaya-Madura.

4.5.9 Faktor Regional (FR)

Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai mana pada tabel 4.39.

Tabel 4. 39 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 – 10 %)		Kelandaian III (> 10 %)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*

Untuk jalan akses ini termasuk dalam kategori kelandain III dengan iklim (curah hujan) sebesar 32% sehingga didapat nilai FR = 3,5

4.5.10 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut tabel 4.40 dibawah ini.

Tabel 4. 40 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Dengan tersedianya data yang ada jalan akses ini termasuk jalan arteri dan memiliki LER > 1000 maka diambil $I_{Pt} = 2,5$. Selanjutnya adalah dengan mencari I_{Po} yaitu indeks permukaan pada awal umur rencana. Dan jalan akses ini memiliki I_{Po} sebesar 3,9-3,5 karena jenis permukaannya adalah HRA. Dapat dilihat pada tabel 4.41.

Tabel 4. 41 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (I_{Po})

Jenis Permukaan	I_{Po}	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

Dengan demikian dapat dicari besar ITP_5 dan ITP_{10} dengan menggunakan nomogram (disertakan dalam lampiran). Data yang ada :

CBR tanah dasar = 8,6%

DDT = 5,6 (lampiran 3)

IPt = 2,5

FR = 3,5

Dari data diatas dapat diperoleh ITP_5 dan ITP_{10} dengan menggunakan monogram 2 (disertakan dalam lampiran). Perhitungan ITP keseluruhan ruas dan umur rencana dapat dilihat pada tabel 4.42.

Tabel 4. 42 ITP untuk Umur Rencana 5 dan 10 Tahun

Umur rencana 5 tahun

Ruas	LER	FR	ITP	\overline{ITP}
Madura - Surabaya	1995	3.5	10.4	12.8
Surabaya - Madura	1274	3.5	9.5	11.5

Umur rencana 10 tahun

Ruas	LER	FR	ITP	\overline{ITP}
Madura - Surabaya	4434	3.5	11.2	13.5
Surabaya - Madura	2780	3.5	10.5	13

4.5.11 Menetapkan Tebal Perkerasan

Misal yang diambil contoh perhitungan adalah pada ruas Madura – Surabaya. Terlebih dahulu mencari Koefisien Kekuatan Relatif dapat dilihat pada

lampiran 3. Maka didapatkan Koefisien Relatif sebagai berikut :

- a. a_1 (HRA) $= 0,3$
- b. a_2 (Batu Pecah CBR 90%) $= 0,14$
- c. a_3 (Sirtu kelas C CBR 65%) $= 0,13$

1. Untuk umur rencana 5 tahun

- a. $D_1 = D_1$
- b. $D_2 = 30 \text{ cm}$
- c. $D_3 = 25 \text{ cm}$

Batas minimum tebal lapisan untuk ITP = 12,8

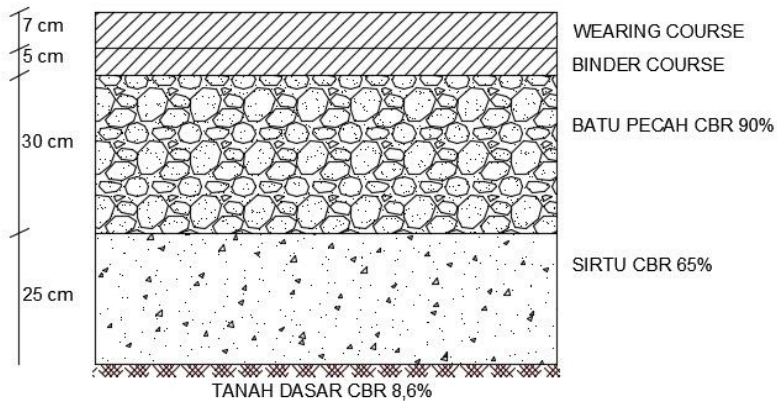
Sehingga $12,8 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$

$$12,8 = 0,3 D_1 + 0,14 (30) + 0,13 (25)$$

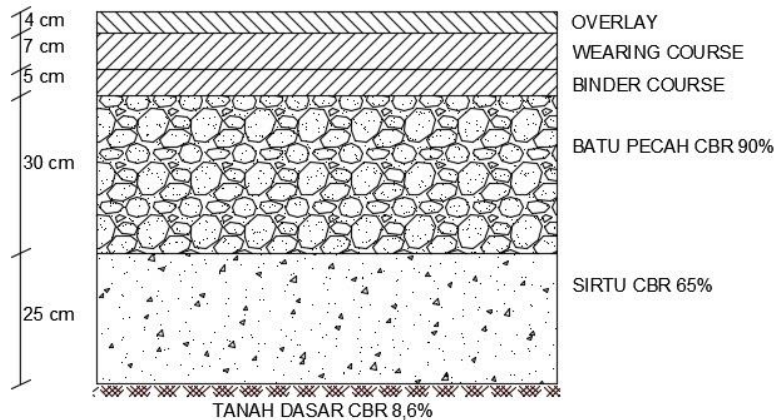
$$D_1 = 16 \text{ cm}$$

Sehingga pada umur lima tahun di Ruas Madura-Surabaya perlu adanya penambahan perkerasan karena $D_1 > 12 \text{ cm}$ (penjumlahan *wearing* dan binder *course*). Maka tebal *overlay* yang harus ditambah adalah sebesar :

$$\text{Overlay} = 16 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$



Gambar 4. 2 Susunan Perkerasan Eksisting



Gambar 4. 3 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 5 Tahun Ruas Madura-Surabaya

2. Untuk umur rencana 10 tahun

- a. $D_1 = D_1$
- b. $D_2 = 30 \text{ cm}$
- c. $D_3 = 25 \text{ cm}$

Batas minimum tebal lapisan untuk ITP = 13,5

Sehingga $13,5 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$

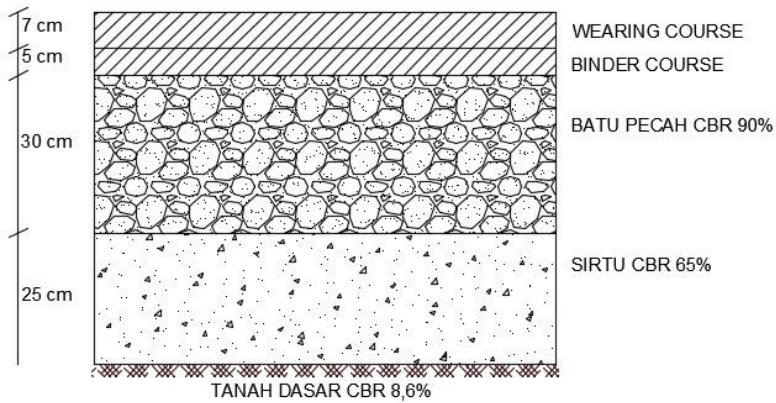
$13,5 = 0,3 D_1 + 0,14 (30) + 0,13 (25)$

$D_1 = 18 \text{ cm}$

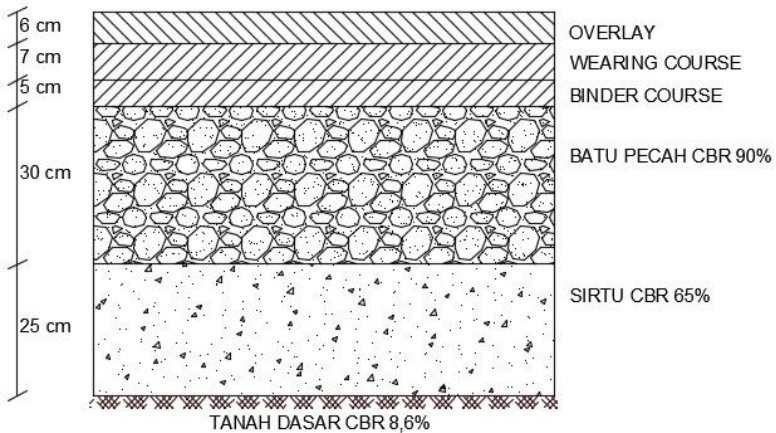
Sehingga pada umur sepuluh tahun perlu adanya penambahan perkerasan karena $D_1 > 12 \text{ cm}$ (penjumlahan wearing dan binder course). Maka tebal overlay yang harus ditambah adalah sebesar :

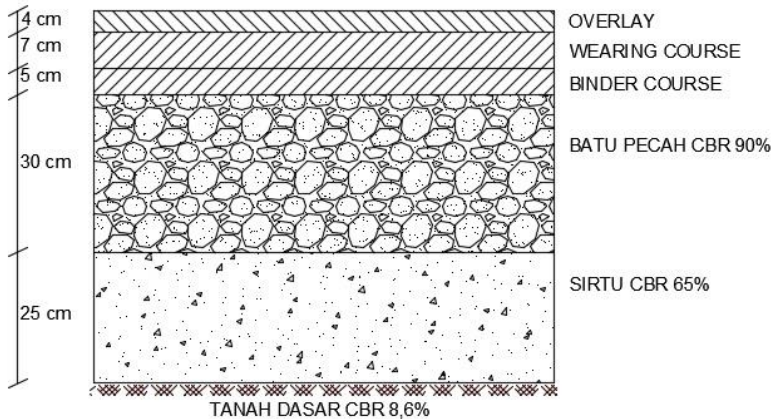
$\text{Overlay} = 18 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$

Enam centimeter inilah yang harus ditambahkan pada umur kesepuluh jalan yaitu pada tahun 2026. Susunan perkerasan tersebut bila digambarkan akan menjadi seperti dibawah ini.



Gambar 4. 4 Susun Perkerasan Eksisting

Gambar 4. 5 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 10 Tahun
Ruas Madura-Surabaya



Gambar 4. 6 Susunan Perkerasan Overlay Umur Rencana 10 Tahun Ruas Surabaya-Madura

Pada tabel 4.43 merupakan rekapitulasi dari perhitungan tebal *overlay* yang dibutuhkan pada umur rencana 5 tahun dan umur rencana 10 tahun, agar dapat memudahkan memahami contoh perhitungannya.

Tabel 4. 43 Perhitungan Tebal Perkerasan Overlay

Umur rencana 5 tahun berdasarkan WIM

Ruas	LER	FR	ITP	\overline{ITP}	a1	a2	a3	D1	D2	D3
Madura - Surabaya	1995	3.5	10.4	12.8	0.3	0.14	0.13	16	30	25
Surabaya - Madura	1274	3.5	9.5	11.5	0.3	0.14	0.13	11	30	25

Umur rencana 10 tahun berdasarkan WIM

Ruas	LER	FR	ITP	\overline{ITP}	a1	a2	a3	D1	D2	D3
Madura - Surabaya	4434	3.5	11.2	13.5	0.3	0.14	0.13	18	30	25
Surabaya - Madura	2780	3.5	10.5	13	0.3	0.14	0.13	16	30	25

Pada tabel 4.43 merupakan rekapitulasi dari perhitungan tebal *overlay* yang dibutuhkan pada umur rencana 5 tahun dan umur rencana 10 tahun, agar dapat memudahkan memahami contoh perhitungannya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Didalam Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada dasarnya lalu lintas yang melewati jalan akses Tol Suramadu sisi Madura mayoritas adalah kendaraan pribadi atau penumpang hal ini dapat dilihat pada tabel 4.1. Namun perlu diperhatikan meskipun jumlah kendaraan pribadi lebih banyak daripada kendaraan berat (*truck*) tapi faktor kerusakan jalan yang lebih dominan disebabkan oleh kendaraan berat khususnya yang membawa muatan berlebihan (*overload*) yaitu jenis kendaraan *Truck* Besar (1,2H) yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap penurunan umur rencana. Besar pengaruh dari beban kendaraan yang berlebih ini adalah sebesar $\frac{18-12}{12} \times 100\% = 50\%$.
2. Pelanggaran-pelanggaran muatan berlebihan (*overload*) yang sering terjadi sebagian besar dilakukan oleh jenis kendaraan berat khususnya jenis truck (T 1,2H) terutama pada ruas Madura-Surabaya. Hal ini semakin memperparah kerusakan jalan akses dan memperpendek umur rencana jalan tersebut yaitu 10 tahun. Hal ini dibuktikan dengan adanya penambahan perkerasan jalan pada kedua ruas dengan besar penambahan 6 cm untuk Ruas Madura-Surabaya dan 4 cm untuk Ruas Surabaya-Madura.

3. Dikarenakan adanya muatan berlebih untuk jenis kendaraan berat maka perlakuan khusus yang diberikan agar jalan akses ini dapat memenuhi umur rencana adalah dengan dilakukannya penambahan perkerasan jalan (*overlay*).

5.2 Saran

1. Perlunya pengawasan yang lebih ketat akan peraturan muatan maksimum pada tiap jenis kendaraan berat yang melalui jalan akses Tol Suramadu sisi Madura dan perlu diadakan tidak lanjut secara tegas dengan menggunakan denda yang tinggi terhadap operator kendaraan berat yang membawa muatan berlebihan (*overload*) agar tidak terulang hal serupa dan disarankan untuk mengganti jenis kendaraan yang membawa muatan *overload* dengan kendaraan yang lebih banyak rodanya, misalnya dengan menggunakan as tandem ataupun as triple.
2. Disarankan pihak PU untuk melakukan pengendalian dan pembatasan muatan bagi kendaraan berat yang lewat sebagai langkah pencegahan terhadap kerusakan dini akibat beban gandar *overload*. Salah satu cara yang cukup efektif yaitu dengan pemasangan alat timbang sejenis WIM (*Weight In Motion*) atau yang lebih canggih di setiap lokasi yang strategis

DAFTAR PUSTAKA

Departemen PU Direktorat Jendral Bina Marga (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

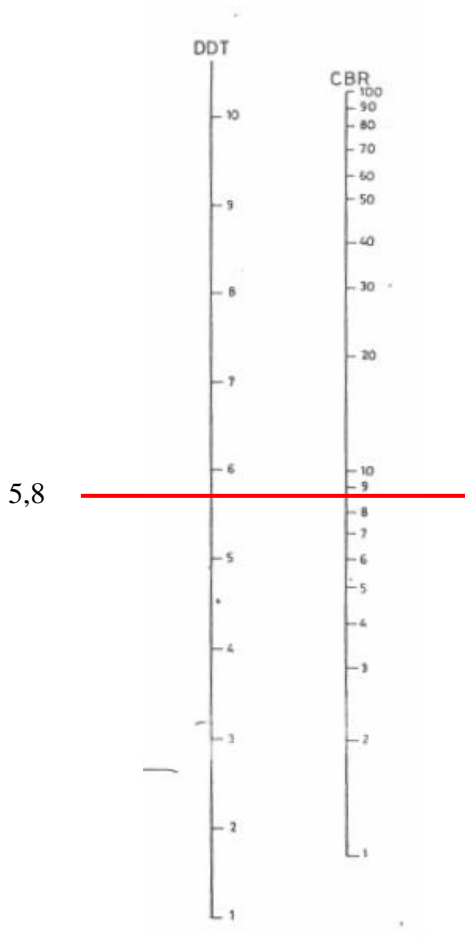
Departemen PU Direktorat Jendral Bina Marga (1983). *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jala dengan Alat Benkleman Beam*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

KARTIKA, A.A. Gde dan C.A. PRASTYANTO (2001). Analisa Beban Aktual dengan Menggunakan Data WIM (*Weight in Motion*) dan Efeknya Terhadap Usia Perkerasan Jalan (Lokasi Kasus Gedek-Ploso Lingk 048), Jurnal Teknologi dan Rekaya Sipil (TORSI), Edisi Juli 2001, FTSP-ITS, Surabaya.

MOCHTAR, I.B. (1990). “Masalah Kerusan Dini (*Premature Deterioration*) Jalan-Jalan Raya di Indonesia . Apa Penyebabnya dan Perlukah As Gandar Rencana Dinaikan dari 8 Ton Menjadi 10 Ton ?” Lokakarya Jembatan Timbang, DLLAJR Daerah Tk. 1 – Jawa Timur.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1



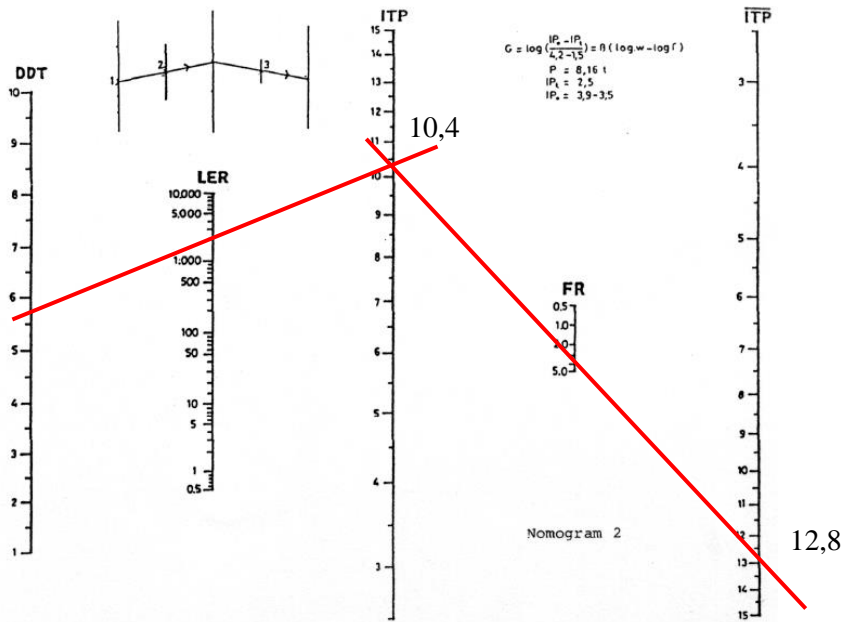
Gambar 1 Korelasi DDT Dan CBR

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 2

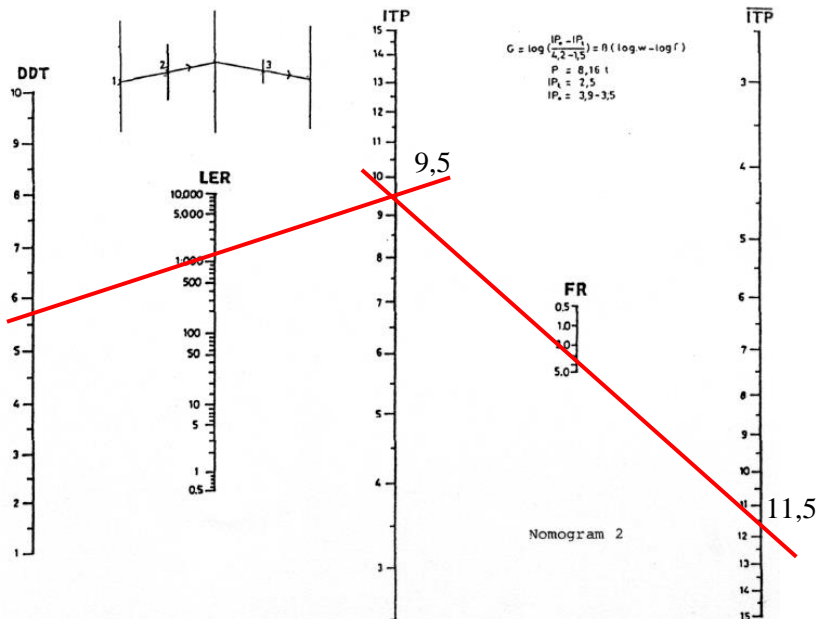
Ruas Madura-Surabaya Umur Rencana 5 Tahun

- DDT = 5,6
- LER = 1995
- FR = 3,5



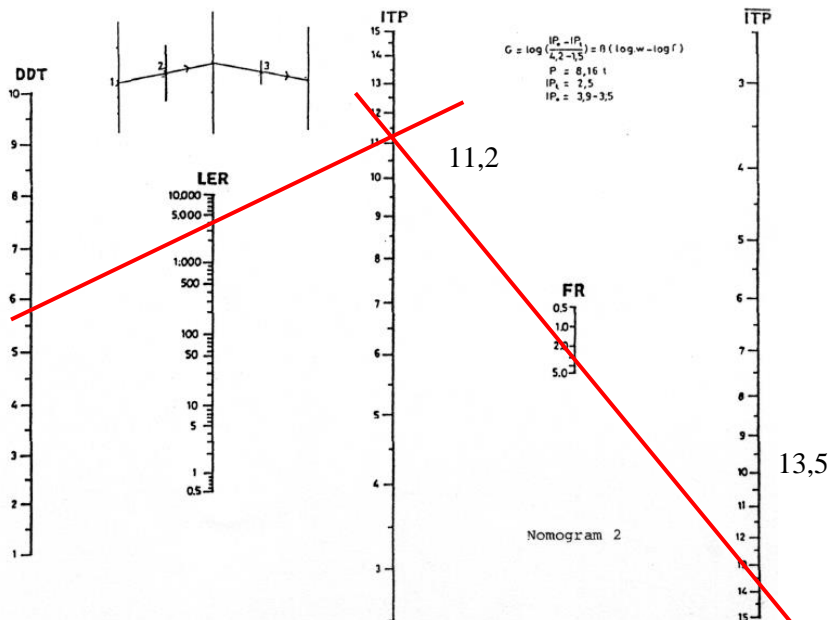
Ruas Surabaya-Madura Umur Rencana 5 Tahun

- DDT = 5,6
- LER = 1274
- FR = 3,5



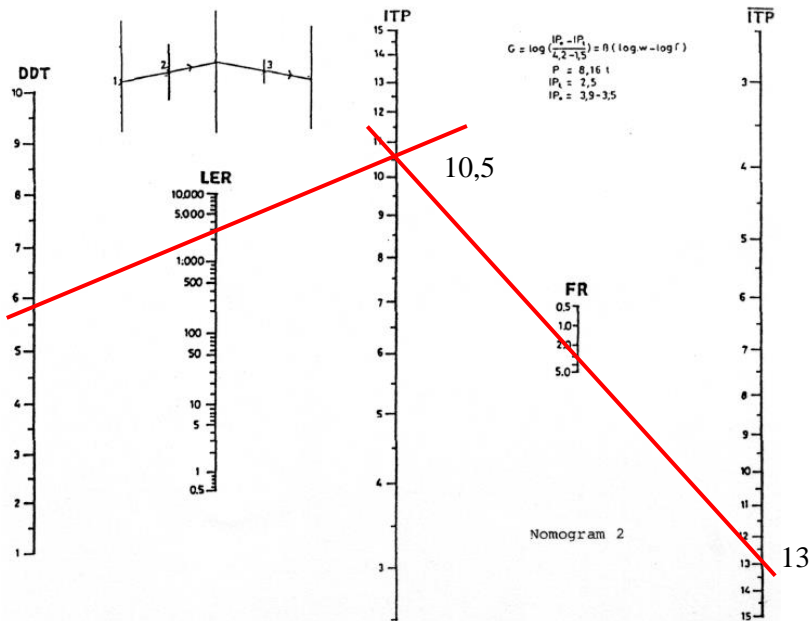
Ruas Madura-Surabaya Umur Rencana 10 Tahun

- DDT = 5,6
- LER = 4434
- FR = 3,5



Ruas Surabaya-Madura Umur Rencana 10 Tahun

- DDT = 5,6
- LER = 2780
- FR = 3,5



LAMPIRAN 3

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Daftar1 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 4

Tabel dibawah adalah ringkasan dari STA 0+00 – STA 11+500 dikarenakan gambar yang kurang lebih indentik antara STA satu dengan STA yang lain, maka akan lebih ringkas bila ditabelkan sebagai berikut :

Panjang Jalan	Tinggi Timbunan Biasa	Penebalan (overlay)	
		Ruas Madura- Surabaya	Ruas Surabaya Madura
STA 0+00-STA 1+500	3 m	6 cm	4 cm
STA 1+500-STA 2+500	2,5 m	6 cm	4 cm
STA 2+500-STA 4+00	3 m	6 cm	4 cm
STA 4+00-STA 5+500	2,5 m	6 cm	4 cm
STA 5+500-STA 6+500	2 m	6 cm	4 cm
STA 6+500-STA 8+00	2,5 m	6 cm	4 cm
STA 8+00-STA 8+500	3 m	6 cm	4 cm
STA 8+500-STA 9+500	2.5 m	6 cm	4 cm
STA 9+500-STA 11+500	3 m	6 cm	4 cm

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VIII
Jalan Raya Waru No. 20, Sidoarjo 61256 Telp. 031-8540196 Fax. 031-8534864; email: balai8aby@gmail.com

FORMULIR PERMOHONAN INFORMASI PUBLIK

Nomor Pendaftaran : 007/PPID/BM/PUPR/PIP/ 01/2018

Tanggal : 9 Januari 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini, mengajukan permohonan informasi :

Cara Penyampaian Permintaan : 1. Langsung 2. Website 3. Email 4. Via Pos

DATA PEMOHON INFORMASI

Nama : LARAS RADITIA ANDHASTI
Nomor KTP (sesuai KTP) : 31140410157
Alamat Rumah : Semolo Tengah II C 22 Surabaya
Nomor Telepon : 081233217613
Email : larasraditia@gmail.com
Pekerjaan : mahasiswa
Alamat Kantor : Jl. Menur No. 14 Surabaya

PENGALUAN PERMOHONAN INFORMASI

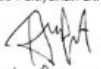
Rincian Informasi yang Dibutuhkan : Dengan data perencanaan perencanaan baru Crid
Revanent) jalan tol Suramadu, Peta jalan tol Suramadu
dan data survey sensor timbangan Wini (Weight in Motion)

Tujuan Penggunaan Informasi : Tugas Akhir
(Mohon Diperinci) : untuk memenuhi pengerjaan tugas akhir

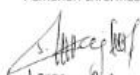
Cara Memperoleh Informasi : 1. Melihat/membaca/mendengarkan/mencatat
2. Mendapatkan salinan informasi (Hardcopy/Softcopy) *)
Cara Mendapatkan Salinan Informasi : 1. Diambil langsung
2. Email
3. Tidak dapat disalin

Informasi yang diperoleh tidak akan disalahgunakan dan hanya digunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan tujuan permohonan tersebut diatas. Segala akibat hukum dari informasi ini setelah keluar dari Kantor Kementerian PU menjadi tanggung jawab Pemohon/Pengguna Informasi.

Petugas Pelayanan Informasi


(Dondy Prahapsah)

Pemohon Informasi


(Laras Raditia Andhasti)

Keterangan :

- 1) Persyaratan :
Individu : KTP, KTM, ID Wartawan
Lembaga : ADART
- 2) Dalam hal informasi publik yang diminta pemohon telah tersedia di situs Kementerian Pekerjaan Umum, pemohon dapat mengunduh dan mencetak sendiri dari situs Kementerian Pekerjaan Umum.

*) Pelayanan informasi publik tidak dipungut biaya. Namun biaya pengandaan atau perekaman yang timbul ditanggung oleh Pemohon.

Informasi lebih lanjut hubungi Ruang Layanan Informasi Publik

Telp : 031-85582191 HP : 081-1313-1717 / 081-1313-1818

Web : bbppn8.binaamarga.pu.go.id Email : humasbalai8@gmail.com

TANDA TERIMA

Nomor Pendaftaran :

007/PPID/BM/PUPR/PIP/ 01/2018

Tanggal : 09 Januari 2018

Petugas : Dondy Prahapsah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS

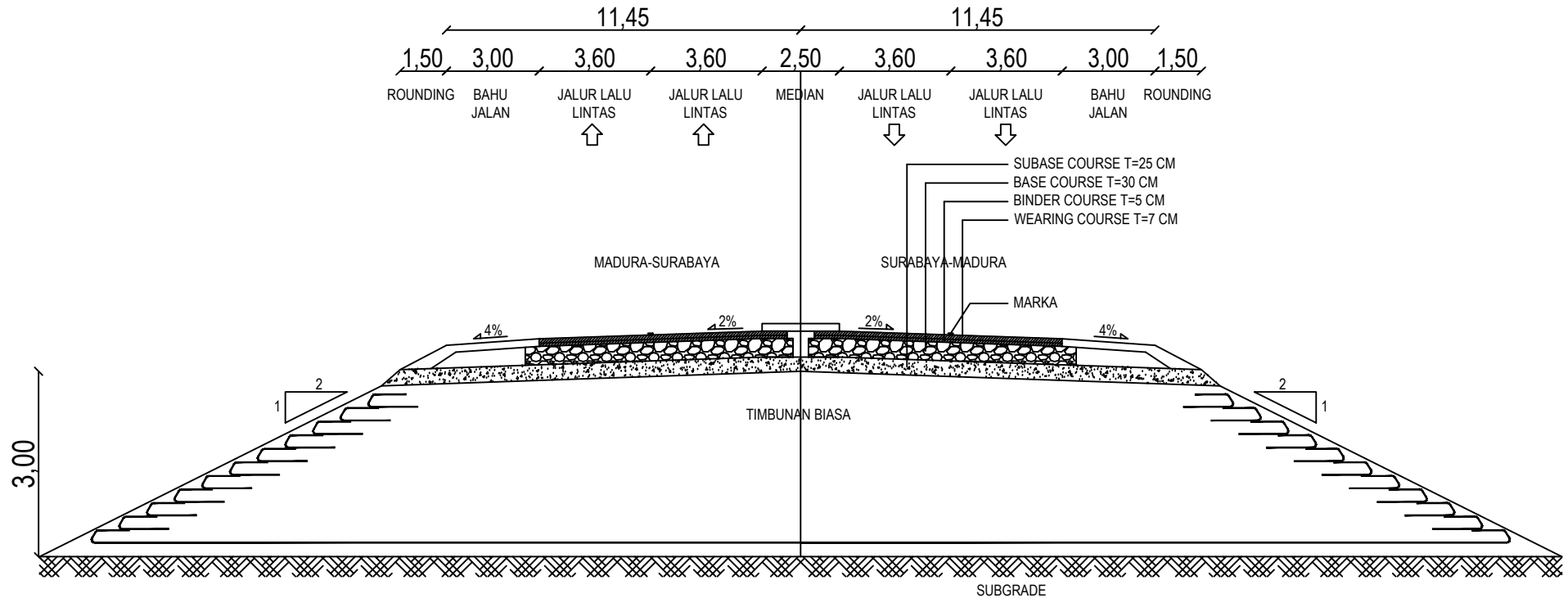


Penulis bernama lengkap Laras Raditia Andiasti, dilahirkan pada tanggal 1 Juli 1995 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal tahun 2002 di SD Negeri Wates, tahun 2008 di SMP Negeri 1 Kediri, dan 2011 di SMA Negeri 2 Kediri. Setelah lulus dari SMA Negeri 2 Kediri pada tahun 2014, penulis mengikuti seleksi masuk Diploma IV Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh ITS dan terdaftar diterima pada program studi

tersebut dengan NRP 10111410000057.

Selama menempuh pendidikan pada program studi yang telah berubah namanya menjadi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil, penulis juga mengikuti pelatihan yang ada dalam lingkup kampus diantaranya adalah Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) Pra Tingkat Dasar 2014, LKMM Tingkat Dasar 2016, serta aktif dalam beberapa kegiatan, organisasi dan kepanitiaan di tingkat jurusan dan institut.

Email: larasraditia@gmail.com

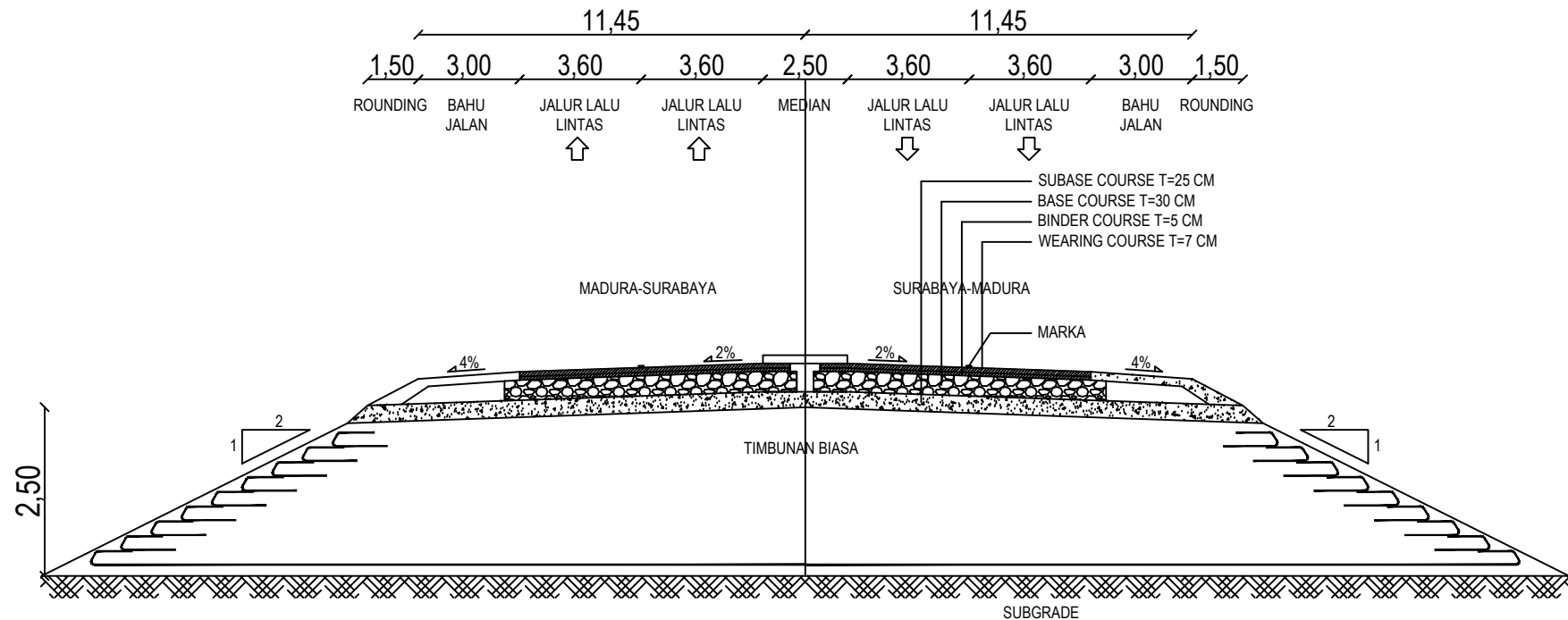


EXISTING JALAN STA 0+00 - STA 0+500



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	
TUGAS AKHIR TERAPAN	EXISTING JALAN	1. SKALA HORIZONTAL 1:20 2. SKALA VERTIKAL 1:10	Ir. RACHAMD BASUKI, M.S NIP. 19641114 198903 1 001	LARAS RADITIA ANDIASTI NRP. 1011 14 1000 057	
				NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
				1	6



EXISTING JALAN STA 1+500 - STA 2+00



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL GAMBAR

EXISTING JALAN

KETERANGAN

1. SKALA HORIZONTAL 1:20
2. SKALA VERTIKAL 1:10

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHAMD BASUKI, M.S
NIP. 19641114 198903 1 001

NAMA MAHASISWA

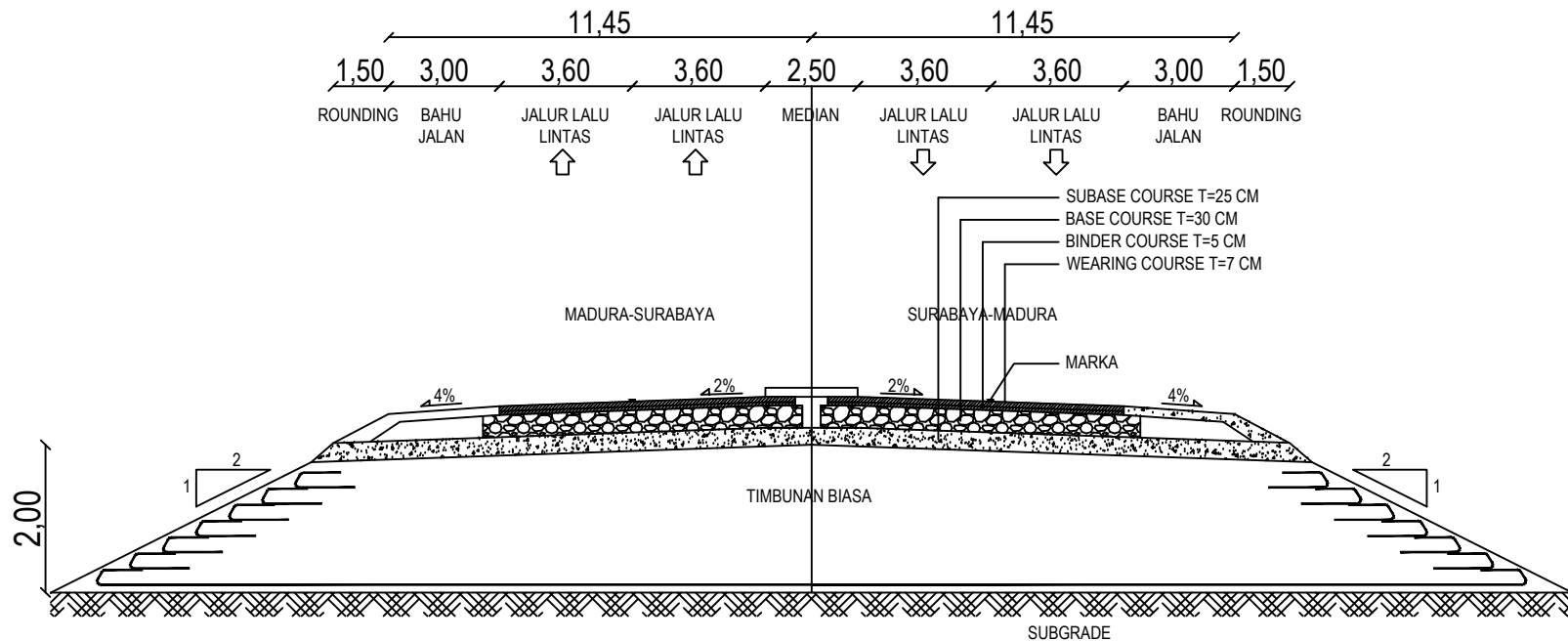
LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP. 1011 14 1000 057

NOMOR GAMBAR

2

JUMLAH GAMBAR

6



EXISTING JALAN STA 5+500 - STA 6+00



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL GAMBAR

EXISTING JALAN

KETERANGAN

- SKALA HORIZONTAL 1:20
- SKALA VERTIKAL 1:10

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHAMD BASUKI, M.S
NIP. 19641114 198903 1 001

NAMA MAHASISWA

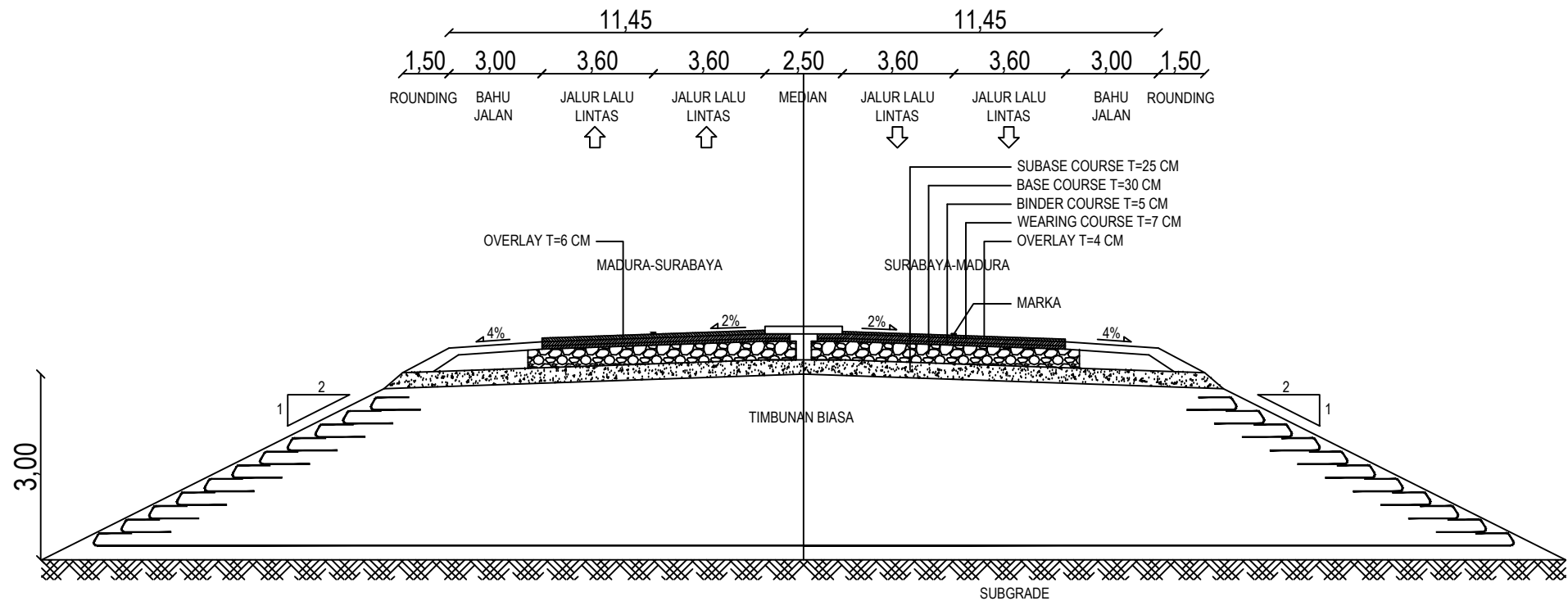
LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP. 1011 14 1000 057

NOMOR GAMBAR

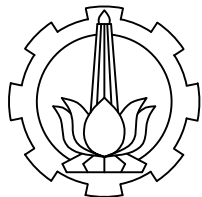
3

JUMLAH GAMBAR

6



PENEBALAN JALAN STA 0+00 - STA 0+500



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL GAMBAR

PENEBALAN JALAN

KETERANGAN

1. SKALA HORIZONTAL 1:20
2. SKALA VERTIKAL 1:10

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHAMD BASUKI, M.S
NIP. 19641114 198903 1 001

NAMA MAHASISWA

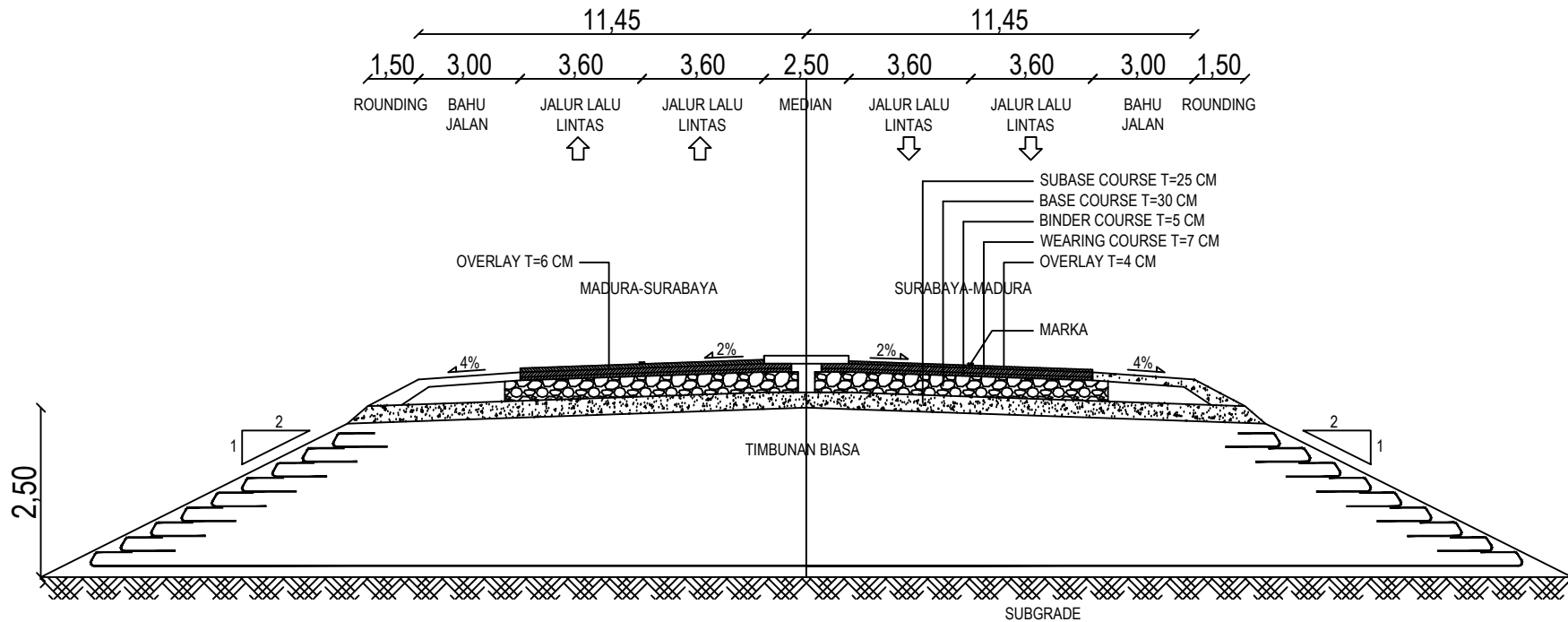
LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP. 1011 14 1000 057

NOMOR GAMBAR

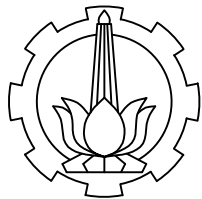
4

JUMLAH GAMBAR

6



PNEBALAN JALAN STA 1+500 - STA 2+00



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL GAMBAR

PNEBALAN JALAN

KETERANGAN

- SKALA HORIZONTAL 1:20
- SKALA VERTIKAL 1:10

DOSEN PEMBIMBING

Ir. RACHAMD BASUKI, M.S
NIP. 19641114 198903 1 001

NAMA MAHASISWA

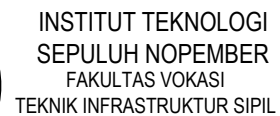
LARAS RADITIA ANDIASTI
NRP. 1011 14 1000 057

NOMOR GAMBAR

5

JUMLAH GAMBAR

6



JUDUL TUGAS	JUDUL GAMBAR	KETERANGAN	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	
TUGAS AKHIR TERAPAN	PENEBALAN JALAN	1. SKALA HORIZONTAL 1:20 2. SKALA VERTIKAL 1:10	<u>Ir. RACHAMD BASUKI, M.S</u> NIP. 19641114 198903 1 001	<u>LARAS RADITIA ANDIASTI</u> NRP. 1011 14 1000 057	
				NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
				6	6